I pionieri della frontiera digitale
Internet: dagli esordi al World Wide Web

Antonella Beccaria

Indice

1 - Introduzione

La successione di eventi, progetti, idee e protagonisti che, nel corso di mezzo secolo, hanno portato alla nascita di Internet e alla sua evoluzione, costituisce un capitolo decisamente affascinante e altrettanto atipico nelle tappe del progresso tecnologico. Una dose di fascino deriva dal ruolo determinante che la tecnologia ha giocato e sta tutt'oggi giocando nella cosiddetta *rivoluzione digitale*. Nel giro di una manciata di anni, infatti, la rete è passata da esoterico strumento di lavoro per pochi informatici a mezzo di comunicazione di massa che coinvolge ogni giorno milioni di persone in scambi privati e pubblici, scientifici e commerciali, professionali e ricreativi. Nessuno strumento ha mai avuto un tasso di espansione simile. Ma il suo fascino non risiede solo nel suo rapido attecchimento tra le masse: un'altra dose, forse preponderante, risiede nelle modalità di sviluppo di questa tecnologia.

Come buona parte delle innovazioni nel settore delle telecomunicazioni e dell'informatica, anche le origini di Internet sono derivate dalla ricerca di stampo militare. Occorre immediatamente aggiungere una puntualizzazione: queste radici sono state decisamente meno fondamentali di quanto non sia accaduto con altre tecnologie e comunque meno di quanto non voglia sostenere una facile storiografia della rete.

Si sente sostenere di frequente, ma non a proposito, che Internet sia un derivato della guerra fredda, un progetto dal destino guerrafondaio strappato dalle mani del Pentagono da un gruppo di hacker libertari. Se è vero che l'impulso primordiale allo sviluppo di una rete di comunicazione tra computer remoti deriva dagli ambienti

che fanno capo all'amministrazione della difesa statunitense, è altrettanto vero che un'infrastruttura fatta di intuizioni, studi, esperimenti, applicazioni e diffusione delle applicazioni stesse nasce all'interno di comunità di ricerca libere, quasi del tutto svincolate dal punto di vista professionale e intellettuale dalle centrali di finanziamento del progetto. Ogni innovazione, proprio perché scaturita da determinati contesti, è divenuta subito patrimonio comune, ben prima che l'industria informatica degli Anni Ottanta iniziasse a introdurre vincoli, segreti industriali e brevetti con i quali oggi ci si trova a fare i conti. Internet, in sostanza, ha visto fino dalla sua origine un'ampia e libera circolazione delle idee e delle tecnologie, caratteristica e fondamento del fenomeno informatico. A questo si deve la sua evoluzione, il suo successo e la sua influenza determinante nella vita di oggi in qualsiasi ambito.

Attualmente il rischio di un'involuzione della sua natura è assai più vicino a causa di licenze proprietarie, disinvolta brevettazione del software e politiche commerciali che vanno ben oltre l'aggressività imposta dal libero mercato e dalla concorrenza. Il successo e la diffusione planetaria hanno infatti attratto enormi interessi economici e finanziari. Tuttavia resta impreciso parlare di diffusione planetaria perché, mentre l'occidente industrializzato sta beneficiando maggiormente dell'introduzione di tecnologie avanzate, i paesi in via di sviluppo stanno soffrendo le ripercussioni del *digital divide*[1].

Alla luce di queste considerazioni, il destino della rete non è

1 Il *digital divide* si riferisce alle disuguaglianze nell'accesso e nell'utilizzo delle tecnologie messe a disposizione dalla società dell'informazione con conseguente difficoltà da parte di alcune categorie sociali o di interi paesi di usufruire di tecnologie che utilizzano una codifica dei dati di tipo digitale rispetto ad un altro tipo di codifica precedente, quella analogica (*fonte: http://www.digital-divide.it/6.htm*).

forzatamente quello di diventare una sorta di supermercato digitale globale né che lo sviluppo commerciale di Internet sia da considerarsi in sé un male. Ciò che va costantemente ricordato – poiché rischia di perdersi nei ricordi di pochi anni analogici che in tempi telematici di trasformano in epoche – è che Internet è il prodotto della libera circolazione delle idee, della cooperazione intellettuale, della mancanza di steccati e confini. E che questo lato della rete deve continuare a esistere. Fortunamente, buona parte dei naviganti virtuali, con livelli di coscienza differenti, continuano a condividere questa convinzione.

2 - Gli esordi

Fare la storia della tecnologia è un'attività complessa. È forte il rischio di inciampare in visioni semplicistiche e spiegazioni superficiali. Ma tentando di compiere un lavoro logico e articolato, si parte dal presupposto che lo sviluppo di una tecnologia e delle sue basi teoriche non gode di un andamento lineare. Soprattutto, non accade praticamente mai che le sue origini sono attribuibili a un unico personaggio, a un solo progetto, a un sistema teorico coerente. Se questo è vero in generale in tutte le discipline, a maggior ragione lo è per l'informatica.

Il contesto in cui si collocano gli inizi è quello della Guerra Fredda e della contesa tecnologica che ne derivò tra Stati Uniti e Unione Sovietica. Un evento simbolico di questa contesa fu la messa in orbita del primo satellite artificiale da parte dei sovietici, lo Sputnik, nel 1957. Dopo il rapido superamento del gap nucleare, questo successo della tecnologia sovietica seminò nel campo occidentale, e soprattutto negli Usa, una profonda inquietudine. La sicurezza della

supremazia tecnico-militare su cui era fondato l'intero sistema ideologico americano era stata duramente scossa.

In risposta, l'amministrazione Usa concepì l'idea di creare un'agenzia il cui compito fosse quello di stimolare e finanziare la ricerca di base in settori che avrebbero potuto avere una ricaduta militare. L'idea circolava in varie sedi, ma in particolare fu il segretario alla difesa, Neil McElroy, a convincere il presidente Eisenhower della necessità che tale agenzia fosse messa alle dipendenze del Pentagono.

Oltre al vantaggio di stimolare l'attività scientifica con finalità strategiche, essa avrebbe anche avuto il ruolo di ridurre le tensioni tra le varie divisioni nella spartizione dei fondi dedicati a ricerca e sviluppo. Nonostante l'opposizione delle gerarchie militari, nel 1958 il Congresso approvò la costituzione e il finanziamento della *Advanced Research Projects Agency*, ARPA, la cui sede fu stabilita nell'edificio del Pentagono a Washington.

Appena costituita, ARPA indirizzò le sue attività nella ricerca aerospaziale. Ma quando pochi mesi dopo tutti i programmi spaziali vennero trasferiti (insieme agli ingenti finanziamenti) alla neonata Nasa, per i dirigenti di ARPA fu necessario trovare una nuova area di sviluppo. Tale area fu individuata nella giovane scienza dei calcolatori.

Un impulso decisivo in questa direzione venne dal terzo direttore dell'agenzia, Jack Ruina, il primo scienziato chiamato a svolgere quel ruolo. Ruina introdusse uno stile di lavoro assai informale e chiamò ad affiancarlo colleghi assai bravi ma alquanto fuori degli schemi militari. Tra questi un ruolo fondamentale fu svolto da J.C.R. Licklider, uno dei personaggi più geniali e creativi della storia dell'informatica.

Jack Ruina e l'accademia

Dopo essersi laurato in ingegneria elettronica al City College of New York nel 1944, Jack Ruina iniziò la sua carriera al Politecnico di Brooklyn frequentando un master scientifico e ottenne il dottorato un ingegneria elettronica (1949-1951). Fu professore di ingegneria elettrica al MIT, una posizione che ricoprì fino al 1963. Dal 1966 al 1970, fu vicepresidente dei Laboratori Speciali, sempre al Massachusetts Institute of Technology mentre dal '64 al '66, durante i quali si assentò dai laboratori, diresse in qualità di presidente l'Institute for Defense Analyses di Arlington, in Virginia.
Nel periodo compreso tra il 1959 e il 1963, diventò professore di ricerca al Coordinated Science Laboratory lavorando in quegli anni anche per il Dipartimento della Difesa americano. Nel 1961, venne nominato direttore alla Advanced Research Projects Agency arrivando dal Defense Research and Engineering ad avendo acquisito esperienza presso l'Office of the Secretary of Defense e l'US Air Force in qualità di assistente alla segreteria della ricerca e dell'ingegneria. Nel '54, alla University of Illinois, fu professore associato presso il Control Systems Laboratory mantenendo la sua posizione fino al '59. Ancora prima, nel '50, era assistente di ingegneria elettronica alla Brown University diventando l'anno successivo, sempre qui, docente. Dal '48 al '50 fu un ricercatore presso il Microwave Research Institute del Politecnico di Brooklyn.
Fu consulente di numerosi settori del governo: dipartimento della difesa, dei trasporti, della sanità, dell'educazione e del welfare lavorando per la National Science Foundation e l'Office of Technology Assessment. Dal 1977 al 1981, fece parte dell'Executive Office of Science and Technology dopo che, dal '69 al '73, fu membro della General Advisory Committee of the Arms Control and Disarmament Agency. Nel 1962, ricevette il Flemming Award come uno degli otti giovani uomini d'eccezione del governo.
Fu un personaggio degno di nota all'Institute of Electrical and Electronics Engineers, alla American Academy of Arts and Sciences e alla American Association for the Advancement of Science. Altre cariche prestigiose che si assicurò comprendevano l'International Scientific Radio Union, l'International Institute for Strategic Studies e Sigma Xi. Nel 1997, divenne membro d'onore al Mitre Board of Trustees.

Di formazione psicologo, Lick (così lo chiamavano gli amici) passò ben presto ad occuparsi di computer nei laboratori del Mit di Boston. Ma a differenza di tanti altri ricercatori in questo campo, il suo

interesse si rivolse subito al problema delle interfacce uomo-macchina e al ruolo che i computer avrebbero potuto avere per lo sviluppo delle facoltà cognitive e comunicative dell'uomo (ben trenta anni prima che questi concetti divenissero centrali nel settore informatico). Egli espose le sue idee al riguardo in un articolo uscito nel 1960 intitolato *Man-Computer Symbiosis*, che lo rese subito famoso.

Licklider e l'idea di rete universale

È ragionevole prevedere, da qui a dieci o quindici anni, un centro di pensiero *che comprenderà le funzioni delle librerie di oggi con i vantaggi dell'archiviazione delle informazioni. Questa immagine è animata da una rete di centri, connessi gli uni agli altri attraverso linee di comunicazione a banda larga e aperti agli utenti privati attraverso servizi di collegamento via cavo. Con un sistema del genere, la velocità dei computer sarà bilanciata e il costo di gigantesche memorie e di programmi sofisticati potrebbe essere diviso tra gli utenti.*

J.C.R. Licklider, *Man-Computer Symbiosis*, 1960

Joseph Carl Robnett *Lick* Licklider (1915-1990) sviluppò l'idea di una rete universale, la condivise con i colleghi dell'IPTO[2] (Information Processing Technology Office) e ispirò i suoi successori nella creazione di Arpanet. Sviluppò inoltre concetti che portarono all'idea di *Netizen*. Licklider iniziò la sua carriera scientifica come psicologo sperimentale e professore di psicoacustica al MIT lavorando anche su Sage[3], progetto che lo portò a convincersi dell'enorme potenziale delle interfacce uomo-macchina.
Le ricerche di psicoacustica fruttavano grandi quantità di dati e richiedevano la costruzione di grafici matematici. Alla fine degli Anni Cinquanta, comprese che i suoi modelli sulla percezione delle intonazioni erano cresciuti tanto da diventare troppo complessi anche per i computer analogici allora a disposizione. Sarebbe stato dunque necessario costruire un nuovo modello di lavoro meccanico per procedere con la teoria a cui stava lavorando.
Fu così che, nel 1957, Licklider iniziò a misurare quanto tempo richiedevano singole operazioni di catalogazione, classificazione e analisi delle informazioni e quanto tempo andava invece impiegato per prendere

2http://afrinet.intnet.mu/competition/competition/team02/evolution/ipto.htm
3http://afrinet.intnet.mu/competition/competition/team02/evolution/SAGE.htm

decisioni basate su quei dati una volta esaminati. Raggiunse la conclusione che il lavoro di preparazione assorbiva l'85 per cento del tempo e che si poteva arrivare alle decisioni successive in un lasso molto breve una volta che il background di dati era disponibile. Questo esercizio ebbe un notevole effetto e lo convinse che uno per più utili contributi a lungo termine dell'informatica sarebbe stata l'automazione, sistemi estremamente veloci a supporto delle decisioni umane.

Successivamente Licklider passò alla Bolt, Beranek & Newman per proseguire le sue ricerche: qui ebbe accesso a uno dei primi minicomputer, un PDP-1 prodotto dalla Digital Equipment Company. La sua potenza era paragonabile a un mainframe del tempo, costava 250 mila dollari e richiedeva lo spazio equivalente di un paio di refrigeratori domestici. Ancora più importante, invece di passare schede perforate a un operatore e attendere giorni perché le elaborazioni fossero pronte, Licklider poteva operare direttamente sulla macchina e osservare i risultati a schermo in tempo reale. Il PDP-1 fu il primo computer interattivo.

Licklider comprese presto che i minicomputer stavano diventando abbastanza potenti da supportare i sistemi automatizzati che Vannevar Bush aveva descritto. Nel 1959, scrisse il suo celebre libro, *Libraries of the future*, descrivendo come un computer avrebbe fornito biblioteche automatizzate condivise simultaneamente con altri utenti che accedevano a un database comune. Giunse a un'altra conclusione: sistemi interattivi avrebbero fornito più di una funzione potendo inoltre accedere a servizi di valore come assistenti automatici. La sua idea venne presentata nel 1960 in un paper, *Man-Computer Symbiosis*, in cui descrisse un assistente che poteva rispondere a domande, simulare fasi di modellazione, visualizzare graficamente risultati ed estrapolare soluzioni per nuove situazioni dalle esperienze del passato.

Come Norbert Wiener, Licklider predisse strette relazioni simboliche fra computer ed esseri umani attraverso sofisticate interfacce. Apprezzò fin dall'inizio la potenza delle reti informatiche e ipotizzò gli effetti della distribuzione tecnologica descrivendo come la diffusione di computer, software e informazioni avrebbe generato reti così potenti da essere adottate ovunque. Nell'agosto 1962, Licklider e Welden Clark elaborarono queste idee e ne trassero un paper, *On-Line Man Computer Communication*, una delle prime concezioni di quello che sarebbe stato Internet in futuro.

Nell'ottobre dello stesso anno, lo scienziato venne chiamato a dirigere l'IPTO appena creato da DARPA. Il suo compito era quello di trovare un modo per concretizzare la sua idea di rete e connettere i principali computer del Dipartimento della Difesa che stavano al Pentagono, a Cheyenne Mountain e al SAC HQ. Iniziò scrivendo una serie di memo agli altri membri dell'organizzazione in cui descriveva i benefici della creazione di una rete globale e distribuita: molte di queste note portavano il titolo di

> *Members and Affiliates of the Intergalactic Computer Network*. La visione di Licklider di una rete universale ebbe una notevole influenza sul suo successore all'IPTO e fornì un'originale spinta alla realizzazione di Arpanet solo sei anni più tardi. Nel 1964, lasciò l'IPTO e andò a lavorare per IBM tornando al MIT nel 1968 con l'incarico di portare avanti il Project MAC. Nel 1973, fu di nuovo all'IPTO per due anni e nel 1979 fu uno dei fondatori di Infocom.
>
> Facendo un passo indietro fino al 1968, Licklider e Robert Taylor pubblicarono sulla rivista *Science and Technology* un articolo scritto a quattro mani, *The Computer as a Communication Device*, in cui descrivevano la nascitura rete universale come qualcosa di più potente di un servizio di trasmissione di dati: sarebbe stato un servizio completo che traghettava verso un'epoca interattiva. In altre parole, stava per fare il suo ingresso un mondo fatto di informazioni in cui ogni *netizen* avrebbe contribuito attraverso comunità virtuali. Michael Hauben, un pioniere di Internet, attinse da quello spirito studiando le comunità online negli Anni Novanta e i concetti di *net citizen* e *netizen*. I nuovi arrivati in rete solitamente hanno sperimentato gli stessi benefici derivanti dalla partecipazione a un vasto mondo virtuale e hanno adottato lo spirito del *netizen* passandolo alle generazioni successive.
>
> Non può essere una coincidenza che così tante tecnologie siano state costruite specificamente per far leva sul potere dell'informazione condivisa come accade su Usenet, IRC, con i MUD o nelle mailing list. Il concetto di *netizen* sta anche alla base delle motivazioni della Netiquette.

Norbert Wiener, invece, concentrò la sua attività nell'ambito della cibernetica, ispirando una generazione di scienziati al pensiero delle tecnologia informatica come a una estensione delle capacità umane. Si focalizzò inoltre sulla combinazione uomo-macchina, che diventò un settore strategico dopo la fine della seconda guerra mondiale con il rapido miglioramento della tecnologia. L'idea della cibernetica ebbe una notevole influenza quando iniziò a diffondersi la concezione di interfacce elettroniche sofistica.

Appena Licklider giunse ad ARPA, iniziò a creare una rete di collegamenti tra i maggiori centri di ricerca universitari nel settore informatico, creandosi un gruppo di collaboratori che battezzò secondo il suo stile anticonformista *Intergalactic Computer Network*.

Tra i molti progetti che promosse, vi furono lo sviluppo dei primi sistemi informatici basati sul time-sharing[4] e sulla elaborazione interattiva. Ma in uno dei suoi memorandum apparve anche per la prima volta l'idea di una rete mondiale di computer.
Lick rimase molto poco ad ARPA. Ma il suo passaggio lasciò un segno così profondo da influenzare tutto lo sviluppo successivo di questa agenzia. E tra le tante eredità, l'idea di far interagire i computer in una rete fu raccolta da Bob Taylor, giovane e brillante scienziato chiamato dal successore di Lick, Ivan Sutherland, anche lui proveniente dal Mit.

Ivan Sutherland e la realtà virtuale

La prima esperienza di Ivan Sutherland fu con *Simon*, un computer meccanico su cui aveva fatto girare il suo programma d'esordio e proseguì la sua carriera informatica lavorando su un TX-2 al MIT, una delle prime macchine interattive. Era su questo computer che Sutherland sviluppò il suo primo sistema grafico interattivo e lo battezzò con il nome di Sketchpad. Il software creava disegni ingegneristici precisi che potevano essere manipolati, duplicati o archiviati. Si trattava di un modello totalmente nuovo: cambiando qualcosa a monitor, Sketchpad modificava qualcos'altro nella memoria del computer.
Sutherland introdusse anche il concetto di realtà virtuale con il lavoro svolto ad Harvard. Nel 1965 descrisse un innovativo display che includeva il colore e una visualizzazione stereoscopica che andassero a occupare l'intera prospettiva dell'utente. Lavorò con lo studente Bob Sproull ad Harvard e insieme crearono un sistema di “realtà virtuale” in cui girava un elicottero costruito in un ambiente virtuale e usando solo il computer per le immagini.
Nel corso dei suoi due anni ad ARPA, Sutherland fu il responsabile della maggior parte delle ricerche accademiche in informatica avanzata. Esempi dei suoi progetti sono Project MAC al MIT e Illiac 4 alla University of Illinois. Durante questo periodo, intrecciò contatti intensi con Dave Evans e insieme

4 La tecnica del time sharing fa sì che un computer potente e di grosse dimensioni (detto “mainframe”) dedichi, in modo sequenziale, una frazione di tempo ad ogni utente; in questo modo ogni lavoratore collegato può andare avanti nel lavoro senza mettersi in coda per attendere il suo turno, come era tradizione (*Fonte: http://www.disi.unige.it/person/RibaudoM/didattica/infogen/pdf/storia.pdf*).

fondarono, nel 1968, la Evans & Sutherland Computer Corporation (E&S) a Salt Lake City, nello Utah. E&S sviluppò e produsse hardware e software per sistemi grafici con cui effettuare simulazioni e percorsi formativi oltre a dare origine a vere e proprie simulazioni di realtà virtuale. In quel periodo, Sutherland era docente alla University of Utah e le sue ricerche in computer graphics contribuirono a rendere l'università una delle principali istituzioni del paese.
Lo scienziato pose fine alle sue ricerche grafiche appena dopo la pubblicazione del paper *A Characterization of Ten Hidden Surface Algorithms* nel quale sosteneva che "le operazioni informatiche per tracciare un oggetto solido sono nascoste e quelle che sono visibili costituiscono un problema". Dunque si spostò verso altri argomenti dedicando alla progettazione di circuiti integrati e collaborando con la University of California e con la Carnegie Mellon University per la costruzione di un robot che camminava. Quindi fondò la Sutherland, Sproull e Associates Inc, agenzia di consulenza informatica, e Advanced Technology Ventures, start-up ad alta tecnologia. Nel corso della sua carriera, ha collezionato otto brevetti in computer graphics e su dispositivi hardware ed è autore di numerose pubblicazioni. Ha continuato a fare ricerca avanzata ed è arrivato alla poltrona di vicepresidente alla Sun Microsystems.

Lasciamo per il momento la storia di ARPA e dei tanti scienziati (in gran parte provenienti dal MIT) che vi hanno lavorato per passare a un altro dei centri legati alla ricerca militare, collocato questa volta sulla West Coast: la Rand Corporation. La Rand era un'azienda californiana nata come costola della Douglas Aircraft e resasi autonoma nel dopoguerra allo scopo di proseguire gli sforzi di ricerca applicata che erano stati avviati nel corso del conflitto mondiale. Gran parte dei suoi studi e ricerche erano commissionati dall'aviazione e il settore aeronautico costituiva il dominio principale delle sue attività di ricerca e consulenza.

2.1 - L'introduzione delle reti decentrate

Nel 1959 venne assunto alla Rand un giovane ingegnere che aveva lavorato nel settore delle valvole per computer: Paul Baran. Egli fu

inserito nella neonata divisione informatica, dove si mise a lavorare su un problema che da qualche tempo veniva studiato dai tecnici della Rand: come riuscire a garantire che il sistema di comando e controllo strategico dell'esercito rimanesse, se non intatto, almeno operativo in caso di attacco nucleare. Le reti di comunicazione tradizionali su cui si basava l'intero apparato di controllo militare, infatti, erano estremamente vulnerabili.

Paul Baran e la comunicazione estesa

Si può sostenere uno sforzo volto al miglioramento tecnologico del sistema destinando 1.25 milioni di dollari (durante la fase di studio e ricerca), 5 milioni di dollari (alla conclusione dell'intera fase di studio e ricerca), 11.6 milioni (alla fine della fase di progettazione), 15.7 milioni (alla fine della fase di test), 21,7 milioni (alla fine della fase di sviluppo) e 23.7 milioni (alla fine del test finale). Quindi, ci sono molte possibilità che questo programma possa essere rivalutato e reindirizzato di fronte alla scoperta di difficoltà inaspettate e di approcci migliori.

Paul Baran, *On Distributed Communications*, Volume XI, 1964

Paul Baran ha lavorato allo sviluppo delle reti a commutazione di pacchetto mentre conduceva ricerche alla Rand. L'organizzazione, acronimo di Research And Development, nacque a Santa Monica, in California, appena dopo la seconda guerra mondiale per contribuire alla ricerca di profili tecnici che l'esercito degli Stati Uniti aveva avviato per gestire la richiesta di pianificazione e di logistica durante il conflitto. La Rand si occupava di un'ampia porzione dello staff con titoli di studio elevati e forniva notevoli risorse per la ricerca in grado di affrontare un largo spettro di problemi per il governo e l'industria.

Nel 1959, un giovane ingegnere elettrico, Paul Baran, arrivò alla Rand dalla Hughes Aircraft. La US Air Force si era di recente dotata di una delle più grandi reti informatiche destinata a gestire il sistema di difesa radar, Sage, e nutriva un crescente interesse sulle reti di comunicazione estesa in grado di essere riorganizzate e di rispondere ancora dopo un attacco nucleare. Un ambito che avrebbe ridotto l'attrattiva del sorpasso tecnologico dell'Unione Sovietica.

Baran iniziò uno studio sullo sviluppo di reti di comunicazione autosufficienti e i risultati venne presentati alla Air Force nell'estate del 1961 inizialmente come briefing *B-265* e poi come paper *P-2626*. Infine una serie di undici

paper è stata raccolta nel 1964 nel volume *On Distributed Communications*.
Gli studi di Baran descrivono in modo estremamente dettagliato l'architettura di una rete di comunicazione a pacchetto distribuita, autosufficiente e ridondante. La progettazione tiene conto della resistenza a diversi gradi di distribuzione delle singole compotenti senza perdita nelle comunicazione end-to-end. Siccome ogni computer può essere connesso a una o più macchine, Baran sostiene che ciascuna connessione di rete può cadere da un momento all'altro. Perciò la rete non dovrebbe avere un controllo o un'amministrazione centrale.
L'architettura era progettata per sopravvivere a un attacco o a un crollo per cause naturali e contribuì a convincere l'esercito americano che le reti estese erano una promessa della tecnologia. Baran sottopose anche a Bob Taylor e a J.C.R. Licklider dell'IPTO il suo lavoro dato che entrambi stavano lavorando su progetti correlati. Gli scritti pubblicati fino al '64 influenzarono Roberts e Kleinrock i quali finirono per adottare la tecnologia nello sviluppo di Arpanet pochi anni dopo.
È interessante notare che il lavoro sulla commutazione a pacchetto di Baran riprende per certi versi le ricerche svolte indipendentemente pochi anni prima da Donald Davies ai National Physical Laboratories, inclusi alcuni dettagli come la dimensione dei pacchetti a 1024 bit, suggerendo come questa idea stava aspettando di essere scoperta.
Baran lasciò la Rand pochi anni dopo per dedicarsi all'imprenditoria e agli investimenti privati: fondò all'inizio degli Anni Settanta la Metricom ed ebbe partecipazioni in Com21 e nell'Institute for the Future. Si guadagnò numerosi riconoscimenti pubblici, come la IEEE Alexander Graham Bell Medal e il Marconi International Fellowship Award.

Lavorando a questo problema, Baran giunse a due conclusioni: la prima era che una rete sicura doveva avere una configurazione decentralizzata e ridondante, in modo che esistessero più percorsi possibili lungo i quali far viaggiare un messaggio da un punto ad un altro; la seconda, legata alla prima, era che il sistema di telecomunicazioni doveva basarsi sulle nuove macchine di calcolo digitale, in grado di applicare sistemi di correzione degli errori e scelta dei canali comunicazione.
Sviluppando i suoi calcoli, Baran aveva elaborato un modello in cui ciascun nodo fosse collegato ad almeno altri quattro nodi e nessuno

avesse la funzione di concentratore, al contrario di quanto avveniva per la rete telefonica. In questo modo, ogni nodo poteva continuare a lavorare, ricevendo, elaborando e trasmettendo informazioni, anche nel caso in cui alcuni fra i nodi vicini fossero stati danneggiati. L'assenza di un nodo centrale inoltre eliminava ogni possibile obiettivo strategico, la cui distruzione avrebbe compromesso il funzionamento dell'intera rete. Oltre all'idea di una rete decentrata e ridondante, Baran ebbe anche un'altra intuizione geniale: piuttosto che inviare un messaggio da un nodo all'altro come un unico blocco di bit, era meglio dividerlo in parti separate, che potessero viaggiare attraverso vari percorsi verso la destinazione, dove sarebbero stati ricomposti. Convinto della bontà del suo progetto, intorno agli Anni Sessanta iniziò a pubblicare vari articoli; ma le sue idee trovarono una decisa opposizione, soprattutto da parte di quella che avrebbe dovuto esserne la principale destinataria: la AT&T, monopolista delle telecomunicazioni. Dopo vari tentativi di convincere i tecnici del colosso industriale a prendere in esame il progetto, nel 1965 Baran si diede per vinto e passò a lavorare ad altri temi.
Proprio in quegli anni, in modo del tutto indipendente, un fisico inglese che lavorava al National Physical Laboratory, Donald Davies, era giunto a conclusioni assai simili a quelle di Baran, partendo da premesse diverse. Il suo problema, infatti, era la creazione di una rete pubblica abbastanza veloce ed efficiente da mettere a disposizione le capacità di elaborazione interattiva dei computer di seconda generazione anche a distanza, senza che le differenze di sistema operativo condizionassero la comunicazione.

Donald Davies e le coincidenze britanniche

Donald Davies e i suoi colleghi degli inglesi National Physical Laboratories svilupparono l'idea di commutazione a pacchetto e la sua implementazione britannica. L'idea fu presentata pubblicamente nel 1966 e in seguito un funzionario del Ministero della Difesa gli parlò di Paul Baran e del suo lavoro alla Rand. In una di queste coincidenze così importanti nella storia della scienza, Davies era arrivato a concludere che alcuni dei parametri del suo progetto di rete erano simili a quelli ipotizzati da Baran: un esempio era la dimensione del pacchetto, fissata a 1024 bit. Nel 1967, incontrò Lawrence Roberts al Symposium on Operating System Principles a cui partecipava con Roger Scantlebury, altro ricercatore degli NPL, che aveva presentato alla conferenza uno studio dal titolo *A Digital Communications Network For Computers*. Le tre scoperte su cui lavoravano, Baran alla Rand e Roberts ad ARPA, erano finalizzate alla costruzione di una rete di comunicazione che progredisse autonomamente. I termini “pacchetto” e “commutazione a pacchetto” derivavano dal lavoro di Davies. Nel 1970, Davies aiutò nella creazione di una rete a commutazione di pacchetto battezzata come “Mark I” ed era utilizzata dagli NPL. Venne successivamente sostituita da un'architettura più performante, “Mark II”, nel 1973 e rimase operativa fino al 1986 anche se nessun'altra struttura poté contare sui fondi per lo sviluppo come Arpanet.

La soluzione trovata da Davies si basava sull'idea di suddividere i messaggi da inviare in blocchi uniformi: in questo modo un computer avrebbe potuto gestire l'invio e la ricezione di molti messaggi contemporaneamente suddividendo il tempo di elaborazione per ciascun messaggio in ragione dei blocchi di dati. Egli ebbe l'idea di denominare tali parti di messaggio “pacchetto” (*packet*) e il sistema di comunicazione “commutazione di pacchetto” (*packet switching*), alternativa alla “commutazione di circuito” dei sistemi telefonici tradizionali. Tutte queste idee e intuizioni teoriche, elaborate in sedi diverse e indipendenti, confluirono pochi anni dopo nel progetto Arpanet, la progenitrice di Internet.

Kleinrock e la commutazione a pacchetto

Leonard Kleinrock ha sviluppato l'idea della commutazione a pacchetto, la tecnologia della trasmissione dei dati su Internet. Ha connesso anche il primo Interface Message Processor ad Arpanet. Come Vannevar Bush, Norbert Wiener e Joseph Licklider, fu professore al MIT e custodiva la chiave ideale per avvicinarsi al mondo delle reti con un approccio nuovo: non vedeva il nerworking come un circuito continuo, secondo l'ottica tradizionale, ma come un flusso di comunicazione di pacchetti separati. Questa intuizione era analoga a quella sui meccanismi quantistici, che presero forma scientifica quando Einstein pensò alle onde di luce come pacchetti serapati di fotoni.

Nel luglio 1961, Kleinrock pubblicò il primo paper sulle reti a commutazione di pacchetto intitolato *Information Flow in Large Communication Nets* e incluso nel *RLE Quarterly Progress Report*. In questo documento, descriveva una rete in cui le informazioni erano trasmesse attraverso pacchetti singoli che potevano essere archiviati, copiati e diretti fornendo un concetto chiave per la successiva creazione di Arpanet. Inoltre lavorò a un libro dal titolo *Communication Nets* nel 1964, impostando l'avvio del futuro Internet Protocol.

È interessante sottolineare che la ricerca di Kleinrock prese il largo indipendentemente dal lavoro di Paul Baran alla Rand e di Donald Davies ai National Physical Laboratories in Gran Bretagna. Un significato realistico di questa coincidenza potrebbe risiede nella fondatezza dell'idea che i ricercatori avevano avuto.

Nell'ottobre 1968, Lawrence Roberts firmò un contratto con il Network Measurement Centre di Kleinrock della UCLA per misurare le prestazioni della rete di Arpanet finché la sua organizzazione non ricevette l'incarico eclusivo di testare le performance della rete e cercare tecniche migliorative. Nel 1969, il Network Measurement Centre venne connesso a un Interface Message Processor e divenne il primo nodo di Arpanet. Oggi il Netwatch dell'UCLA[5] presenta funzioni simili al NMC di Kleinrock.

3 - Arpanet

Bob Taylor si era brillantemente laureato in psicologia e matematica e aveva fatto una tesi di dottorato in psicoacustica. Aveva conosciuto Licklider nel 1963, facendo un'ottima impressione sul grande scienziato e stabilendo con lui una relazione di amicizia e di stima

5 http://netwatch.noc.ucla.edu/snmpmon-warn.html

reciproca. Per queste ragioni, il successore di Lick all'Ufficio Tecniche di Elaborazione dell'Informazione (IPTO)[6] di ARPA, Ivan Sutherland (il padre della *computer graphic*), lo chiamò come suo collaboratore nel 1965. Pochi mesi dopo anche Sutherland si dimise e Taylor, a soli 34 anni, ne assunse il posto.

Entrando nella sala computer del suo ufficio, Taylor si rese conto in prima persona di quanto assurda fosse l'incomunicabilità reciproca che quelle possenti e costose macchine dimostravano. Possibile che non fosse possibile condividere risorse tanto costose, come Lick aveva più volte suggerito? Spinto da questa profonda frustrazione, si decise a sottoporre al direttore dell'agenzia, Charles Herzfeld, il finanziamento di un progetto volto a consentire la comunicazione e lo scambio di risorse tra i computer dei vari laboratori universitari finanziati dall'agenzia. Il progetto fu approvato e Taylor ebbe carta bianca: iniziò così la storia di Arpanet[7], la rete di ARPA.

Arpanet, Bush e Memex

Vannevar Bush stabilisce una partnership per il finanziamento militare e accademico allo sviluppo di Arpanet. Scrisse la sua prima visionaria descrizione del potente uso dell'information technology ispirando molti scienziati. Presidente della Joint Research and Development Board dal 1946 al 1947, avvicinò la sfera militare e quella accademica con un tipo di ricerca ancora poco diffuso, fornendo alle università un nuovo flusso di capitale per laboratori, apparecchiature e studi di ricerca pura e applicata. In cambio, i militari ottennero il vantaggio una rapida evoluzione tecnologica. Le tre università capofila per molti anni furono Harvard, il Massachusetts Institute of Technology e la University of California di Berkeley. Attraverso l'influenza di progetti come Sage e organizzazioni come l'IPTO, la partnership accademica e militare portò successivi finanziamenti per lo sviluppo della rete di DARPA[8]. Bush ebbe anche una

6 http://www.ais.org/~ronda/new.papers/arpa_ipto.txt
7 http://www.dei.isep.ipp.pt/docs/arpa.html
8http://afrinet.intnet.mu/competition/competition/team02/evolution/darpa.htm

notevole influenza intellettuale sullo sviluppo di Internet, con la sua lungimirante descrizione di un sistema informatico chiamato *Memex* in un articolo intitolato *As we may Think*[9], pubblicato dall'*Atlantic Monthly* nel giugno 1945. Nel paper, Bush descrive la prima libreria automatizzata.

> *Considerate un dispositivo futuro per l'uso individuale, una sorta di file privato meccanizzato e una libreria. C'è bisogno di un nome e di trovarlo archiviato chissà dove:* Memex *lo trova. Un* Memex *è un dispositivo per l'archiviazione di libri, registrazioni e comunicazioni ed è meccanizzato in modo che possa essere consultato con velocità e rapidità. Si tratta di una postazione fissa e potrà presumibilmente essere utilizzato da remoto. Sarà composto da uno schermo sul quale si potranno proiettare le informazioni ricercate. Avrà una tastiera e una serie di bottoni e di leve. Ad ogni modo, ricorderà una normale postazione.*

Memex fu una rivelazione, un'applicazione elettronica mai concepita prima. La visione di *Memex* ispirò massicciamente le successive generazioni di scienziati e di ingegneri che contribuirono alla costruzione di Internet, tra cui Joseph Licklider e Douglas Engelbart. Si realizzarono progetti per la costruzione di sistemi *Memex*. Solo ora, a distanza di oltre mezzo secolo, si può vedere pienamente realizzato lo sviluppo dei personal computer, del web e dei motori di ricerca.

A sua volta, Taylor decise di chiamare a sovraintendere agli aspetti tecnici del progetto un giovane e geniale informatico che aveva conosciuto al MIT, Larry Roberts. Dopo un iniziale rifiuto, Roberts accolse l'invito e si mise subito al lavoro prendendo contatto con i migliori colleghi disponibili sulla piazza, tra cui Frank Heart, il massimo esperto di elaborazione in tempo reale. Ma per molti mesi il problema di progettare una rete abbastanza affidabile e veloce da permettere l'elaborazione interattiva a distanza rimase insoluto. Finché alla fine del 1967 Roberts partecipò a una conferenza alla quale intervenne un collaboratore di Donald Davies, che illustrò il principio della commutazione di pacchetto e fece riferimento ai lavori

9http://www.theatlantic.com/unbound/flashbks/computer/bushf.htm

precedenti di Baran su questo tema: fu come trovare l'ago nel pagliaio.

Bob Taylor e il futuro dell'industria informatica

Fondatore del Systems Research Center e successivamente della Digital Equipment, acquistata da Compaq, Taylor diede vita e gestì il Computer Science Laboratory del Parc (Palo Alto Research Center) di Xerox. Presso la Advanced Research Projects Agency, organizzò ricerche che hanno fatto scuola su reti, computer graphics e intelligenza artificiale. I ricercatori che provenivano dai laboratori creati e diretti da Taylor riuscirono a guadagnarsi posti di prestigio nelle principali industrie informatiche. Tra questi, si possono ricordate Bob Metcalfe a 3Com, John Warnock e Chuck Geschke ad Adobe, Charles Simonyi alla divisione applicazioni di Microsoft.
Apple, Cisco, Novell, SGI e Sun applicarono commercialmente il lavoro che derivava da quei laboratori e i primi passi del motore di ricerca AltaVista vennero compiuti al Compaq Systems Research Center. "Quando scrivete qualcosa con il vostro word processor WYSIWYG, lo stampate con la vostra stampante laser, lo archiviate in un file server o lo spedite per posta elettronica a un collega, state usufruendo dei frutti del lavoro dei laboratori di ricerca di Bob Taylor. Buona parte della crescita della Silicon Valley è legata a Internet, alle workstation e alle reti locali. Tutte queste tecnologie sono nate nei centri fondati o guidati da Taylor", afferma Butler Lampson, progettista di Microsoft e professore aggiunto di ingegneria informatica ed elettrica al MIT. Per i suoi contributi all'industria, molti dei quali iniziati nei laboratori di Taylor, Lampson ricevette il Turing Award (1992), l'IEEE Computer Pioneer Award (1996) e l'ACM Software Systems Award (1984).
I contributi di Taylor alla crescita dell'industria dei computer e delle reti è stata descritta in molti articoli e in almeno una dozzina di libri sulla Silicon Valley e sulle innovazioni tecnologiche, inclusi best seller come *Dealers of Lightning* di Michael Hiltzkik (1999) e *Fumbling the Future* di Douglas K. Smith e Robert C Alexander (1988). Nel 1999, Taylor fu uno dei quattro scienziati che venne insignito della National Medal of Technology consegnata dall'allora presidente Bill Clinton in una cerimonia tenuta alla Casa Bianca.

Lawrence Roberts e il time sharing

Nel momento in cui i sistemi time-shared consentiranno a centinaia di utenti di condividere risorse hardware e software con gli altri, le reti connetteranno dozzine di sistemi rivelandosi fondamentali per queste condivisioni.

Larry Roberts, *ARPA Program Plan 723*, 3 giugno 1968

Lawrence Roberts si laureò e ottenne il dottorato al MIT per passare appena dopo al Lincoln Laboratory dove condusse ricerche sulle reti informatiche. In un importante meeting del novembre 1964, Roberts incontrò J.C.R. Licklider che gli ispirò la via per realizzare il suo sogno: creare una rete di comunicazione distribuita. Nel febbraio 1965, il direttore dell'IPTO, Ivan Sutherland, iniziò a collaborare con Roberts sul progetto e in giugno entrò a far parre del gruppo anche Thomas Marril, altro discepolo di Licklider. In ottobre, il computer TX-2 dei Lincoln Labs inizià a *parlare* con un SDC's Q32 aprendo così la strada alle comunicazioni digitali.

Nell'ottobre 1966, Robert e Marril presentarono il documento *Toward a Cooperative Network of Time-Shared Computers* alla Fall AFIPS Conference documentando i loro esperimenti di networking. Sempre nel 1966, il direttore di Darpa, Charlie Hertzfeld, promise al direttore dell'IPTO, Bob Taylor, un milione di dollari per creare una rete di comunicazione distribuita se avesse potuto contribuirvi. Taylor fu notevolmente impressionato dal lavoro di Lawrence Roberts e gli chiese di unirsi al suo gruppo di ricerca. Roberts inizialmente rifiutò. Nel dicembre 1966 divenne capo della ricerca scientifica all'IPTO quanto Taylor rinnovò l'offerta tramite Hetzfeld e i suoi superiori al Lincoln Lab. Roberts quindi iniziò a lavorare alla progettazione di una rete distribuita che sarebbe diventata Arpanet.

Nell'aprile 1967, partecipò alla Arpanet Design Session durante l'IPTO Principal Investigator Meeting, tenutosi ad Ann Arbor, nel Michigan. Gli standard per l'identificazione e l'autentizzazione degli utenti, la trasmissione dei dati, la verifica degli errori e le procedure di ritrasmissione vennero presentate durante il meeting e Wesley Clark suggerì di usare minicomputer separati battezzati Interface Message Processor per interfacciarsi alla rete.

Roberts presentò un paper, *Multiple Computer Networks and Intercomputer Communication*, illustrando i diversi aspetti del progetto Arpanet nell'ottobre 1967 all'ACM Symposium on Operating System Principles at Gatlinburg, nel Tennessee. Successivamente stese un programma, *Resource Sharing Computer Networks*, per avviare i lavori per l'implementazione della rete. Il progetto era sostenuto, in parte, attraverso le affermazioni dei diversi dipartimenti, i quali sarebbero stati in grado di “loggare” i propri computer e usare applicativi su macchine remote, contenendo i costi per l'acquisto o lo sviluppo interno di programmi. Inoltre, si descriveva come le potenzialità disponibili avrebbero registrato una massiccia espansione. Consegnò il report a Taylor il 3 giugno 1968, che lo approvò il 21 dello stesso mese. Il lavoro aveva inizio.

Il passo successivo fu il reclutamento di Bob Kahn per lo sviluppo del TCP/IP mettendolo a lavorare sull'Interface Message Processor alla BBN, Bolt Beranek and Newman. Nel frattempo, Roberts divenne direttore dell'IPTO quando Taylor se ne andò nel settembre '68 e occupò questa carica fino all'ottobre '73 per diventare successivamente Ceo di Telenet, il

primo carrier di reti a commutazione di pacchetto che introdusse standard per le reti X.25 originariamente usare su Eunet. A Telenet rimase fino al 1979 quando la società venne acquistata da GTE e lo scienziato passò alla divisione dati di Sprint.
Nel 1982, Roberts era presidente e Ceo di DHL. Dall'83 e per i dieci anni successivi, ricoprì la carica di presidente e Ceo di NetExpress, una società specializzata in commutazione di pacchetto. Nel periodo 1993-1998 fu a capo della ATM Systems e alla fine degli Anni Novanta diresse Packetcom, che si occupa di router Internet. Roberts ricevette numerosi riconoscimenti per il suo lavoro, tra cui il Secretary of Defense Meritorious Service Medal, l'Harry Goode Memorial Award conferito dall'American Federation of Information Processing, l'IEEE Computer Pioneer Award, l'Interface Conference Award, il Premio L.M. Ericsson per la ricerca nella trasmissione dei dati nel 1982, l'IEEE Computer Society W. Wallace McDowell Award nel 1992 e l'ACM SIGCOMM Communications Award nel 1998.

Frank Heart: l'attendibilità della rete

Laureato al MIT, Frank Heart iniziò la sua carriera ai Lincoln Laboratories lavorando su progetti della Air Force. In quegli anni, contribuì allo sviluppo di Sage e Whirlwind, due sistemi adottati dall'aviazione americana. Dopo quindici anni, passò alla BBN, dove venne inserito in un team ingegneristico che avrebbe supportato la costruzione di Arpanet. In particolare, questo gruppo lavorò alla progettazione e allo sviluppo dell'Interface Message Processor (IMP) per la comunicazione di computer diversi collegati ad Arpanet. Era inoltre responsabile della maggior parte dell'hardware che veniva impiegato nella rete come linee telefoniche e dispositivi di connessione. Heart sottolinea come l'affidabilità è probabilmente il più importante aspetto della progettazione. “Un aspetto su cui pongo l'accento" sosteneva, "è che il progetto si è focalizzato sull'attendibilità in misura molto insolita. Come accaduto per il sistema telefonico o quello elettrico, si è trasformato in un sistema di utilità. Dunque è stata investita un'enorme dose di energia nell'affidabilità e io ero il primo a spingere verso questo grado di attenzione”. Frank Heart si è ritirato dalla BBN nel 1995.

Nel giro di sei mesi Roberts elaborò le specifiche di progetto della rete, facendovi confluire tutte quelle idee che erano rimaste nell'aria per oltre un decennio. La rete dell'Arpa sarebbe stata una rete a commutazione di pacchetto in tempo reale; per migliorarne l'efficacia

e l'affidabilità, Roberts accolse nel suo progetto un'idea di Wesley Clark: piuttosto che collegare direttamente i vari grandi computer, ogni nodo sarebbe stato gestito da un computer specializzato dedicato alla gestione del traffico (battezzato Interface Message Processor, IMP) al quale sarebbe stato connesso il computer che ospitava (host) i veri e propri servizi di elaborazione.

Dunque, se è vero che il progetto della rete nacque in un contesto militare, la diffusa opinione che essa dovesse fungere da strumento di comunicazione sicuro tra i centri di comando militari nell'evenienza di una guerra nucleare è frutto di un equivoco storiografico. In realtà l'obiettivo perseguito da Bob Taylor era di aumentare la produttività e la qualità del lavoro scientifico nei centri finanziati dall'ARPA, permettendo ai ricercatori universitari di comunicare e di condividere le risorse informatiche, a quei tempi costosissime e di difficile manutenzione. Parte dell'equivoco circa le origini belliche della rete deriva dal fatto che nella stesura delle specifiche, Larry Roberts riprese le idee elaborate da Aran all'inizio degli anni Sessanta.

La fase esecutiva del progetto Arpanet prese il via nel 1969. Dopo una gara di appalto alla quale parteciparono diversi grandi colossi dell'industria informatica del tempo, la realizzazione degli IMP (il vero cuore della rete) venne sorprendentemente assegnata alla Bolt Beranek and Newman, una piccola azienda con sede a Cambridge, la cittadina nei pressi di Boston dove sorgevano i due istituti universitari più importanti del paese, Harvard e il MIT. Nel corso degli anni, questa piccola società era divenuta una specie di terza università, alle cui dipendenze avevano lavorato tutti i più brillanti ricercatori di quelle grandi università. Quando venne affidato l'appalto di ARPA, direttore della divisione informatica era Frank

Heart. Oltre ad essere un valente scienziato, Heart era anche un ottimo manager. Egli dunque assunse in prima persona la responsabilità del progetto degli IMP, creando un gruppo di collaboratori di altissimo livello, tra cui Bob Kahn, uno dei massimi teorici delle reti di computer dell'epoca, che ebbe un ruolo fondamentale nella progettazione dell'intera architettura della rete.

Bob Kahn, il co-progettista del protocollo TCP/IP

Internet, l'Uucp e le reti a essi connesse rappresentano un esempio saliente di reti di computer. È una rete di reti aperta, non una singola rete unitaria, ma un insieme di sistemi interconnessi che operano sulla base di implementazioni multiple e convenzionali, protocolli, standard e interfacce non proprietari. Una delle sue importanti caratteristiche è che le nuove reti, i sistemi di host e gli utenti possono facilmente connettersi: la rete è aperta a tutti. Credo che l'apertura (in ogni senso) di Internet rifletta le sensibilità e i valori della sua architettura. Se Interner fosse stato sviluppo al di fuori degli ambienti della ricerca e dell'università, avrebbe perso un po' della sua apertura. Le future generazioni saranno in debito con questa comunità per la saggezza che ha dimostrato nella creazione di questi sistemi aperti.

Mitchell Kapor, *Electronic Frontier Foundation Information*, 1993

Robert Kahn ottenne il titolo di dottore di ricerca alla Princeton University nel 1964 e lavorò per un po' come assistente di ingegneria elettrica al MIT. Successivamente si spostò alla Bolt Beranek and Newman e contribuì alla progettazione dell'Interface Message Processor. Nel 1972, collaborò con Lawrence Roberts all'IPTO su un lavoro che aveva a che fare con le tecnologie di rete e in ottobre diede una dimostrazione del funzionamento di Arpanet connettendo 40 computer all'International Computer Communication Conference e creando la più ampia rete fino a quel momento sperimentata.

In seguito, Kahn lavorò allo sviluppo di un modello di rete su un'architettura aperta e standard in cui ogni computer potesse comunicare con gli altri, indipendentemente dall'hardware e dalle configurazioni software. E fissò quattro obiettivi nella progettazione del TCP:

- connessione di rete: ogni rete potrebbe collegarsi ad un'altra attraverso un gateway;
- distribuzione: non ci deve essere un'amministrazione o un controllo centrale;
- recupero degli errori: nuova trasmissione dei pacchetti persi;

- progettazione di black box: nessun cambiamento interno dovrebbe essere apportato perché un computer si connetta alla rete.

Nella primavera del 1973 Vinton Cert si unì Kahn e insieme diedero il via alle ricerche sulla fattibilità di trasmissioni di dati tramite onde radio. Inoltre si dedicarono allo studio del Networking Control Protocol con lo scopo di arrivare al Transmission Control Protocol (TCP). Quest'ultimo aveva notevoli capacità nel recupero degli errori e nella ritrasmissione e forniva comunicazioni affidabili. Esso venne completato da due protocolli prendendo il nome di TCP/IP dove il TCP amministra servizio di alto livello come la ritrasmissione di pacchetti persi e l'IP invece di occuppa dell'indirizzamento e della trasmissione.

Kahn ha continuato a contribuire allo sviluppo di Internet negli anni seguendo il processo di standadizzazione e le attività correlate e ha ricoperto la carica di presente della Corporation for National Research Initiatives (CNRI)[10], organizzazione non-profit che si occupa di ricerche nel pubblico interesse sullo sviluppo strategico delle tecnologie dell'informazione.

Tra le sue pubblicazioni: *The Role of Government in the Evolution of the Internet, Revolution in the U.S. Information Infrastructure* e *Conversation With Bob Kahn*[11].

Il primo IMP (delle dimensioni di un frigorifero) fu consegnato alla University of California il 2 settembre e fu mmediatamente connesso al grande elaboratore SDS Sigma 7 della Ucla senza alcuna difficoltà. Il primo di ottobre fu installato il secondo IMP presso lo Stanford Research Institute (SRI), dove fu collegato a un mainframe SDS 940.

Il progetto di ARPA si era finalmente materializzato in una vera rete, costituita da due nodi connessi con una linea dedicata a 50 kbps. Dopo qualche giorno fu tentato il primo collegamento tra host facendo simulare al Sigma 7 il comportamento di un terminale remoto del 940: l'esperimento, seppure con qualche difficoltà iniziale, andò a buon fine e dimostrò che la rete poteva funzionare. Nei mesi successivi vennero collegati i nodi dell'Università di Santa Barbara

10http://www.cnri.reston.va.us/

11http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc6.html

nello Utah.

Mentre la BBN si stava occupando dello sviluppo degli IMP, un'ulteriore fucina di cervelli si stava occupando dei problemi della comunicazione tra host e IMP, soprattutto della comunicazione tra host, e dunque delle possibili applicazioni che la rete avrebbe potuto supportare. ARPA aveva deciso che questo aspetto del progetto fosse delegato direttamente ai laboratori di ricerca delle università coinvolte: dopotutto, era un problema loro sapere che cosa fare della rete, una volta che ARPA l'avesse realizzata.

Marshall McLuhan: il medium è nel messaggio

Fu di Marshall McLuhan il concetto di villaggio globale, interconnesso da un "sistema nervoso" elettronico. Fu anche il primo a renderlo popolare, all'inizio degli Anni Sessanta, prevedendone gli effetti sociali. Scelse quest'espressione per sottolineare come questo sistema nervoso avrebbe collegato rapidamente il pianeta, tanto che gli eventi che accadevano in una parte del mondo potevano essere vissuti in tempo reale altrove andando a trasformare il globo in un paese dai confini ridotti.

Per dare consistenza alla sua intuizione, formulò l'espressione "the medium is the message". In altre parole, le qualità di un medium hanno molto più effetto del messaggio. Per esempio, la descrizione di un paesaggio ha un effetto differente su chi lo ascolta, su chi vede un dipinto o un'immagine che lo ritrae, su chi assiste alla proiezione di un video in bianco e nero oppure a colori. McLuhan era particolarmente affiscinato dalla televisione, che chiamava il "primo" medium, senza tuttavia tralasciare i suoi effetti soporiferi sugli spettatori. Egli fu particolarmente soddisfatto alcuni anni dopo quando studi neurologici dimostrarono che la televisione attivava onde cerebrali passive.

Come Norbert Wiener e Joseph Licklider, McLuhan lavorò a un studio volto a estrapolare i trend della tecnologia e si specializzò negli effetti sulle comunicazioni umane. Sentiva che questo genere di sviluppo era positivo, ma poteva contenere elementi preoccupanti nel caso di manipolazione propagandistica dei messaggi.

In quei laboratori, a quei tempi l'età media era assai bassa: i professori avevano al massimo dieci anni di più degli studenti ed

erano poco più anziani dei dottorandi. Al fine di coordinare le attività, tutti i giovani ricercatori coinvolti decisero di costituire un gruppo comune, che si sarebbe riunito di tanto in tanto per esaminare il lavoro svolto, e lo battezzarono Network Working Group (NWG)[12]. Le riunioni del NWG assunsero subito un tono assai informale e cooperativo. Ogni idea, risorsa e strumento che veniva elaborato dai primi utenti-creatori della rete entrava subito in circolo e diveniva una ricchezza comune.

3.1 - Verso protocolli condivisi

Uno tra i più attivi nel gruppo era Steve Crocker, della Ucla, che ne assunse la direzione. Ben presto si rese conto della necessità di iniziare a mettere su carta il frutto di tante discussioni. Fu così che scrisse il primo documento ufficiale del gruppo, dedicato al problema della comunicazione tra host. Tuttavia, per non esagerare nell'ufficialità e indicare il fatto che quel documento era solo una bozza da rifinire, Crocker decise di intitolare il suo documento *Request for Comment* (RFC), richiesta di commenti. Questa denominazione dei documenti tecnici è sopravvissuta alla sua storia ed è usata ancora oggi per siglare le specifiche tecniche e progettuali ufficiali di Internet.

Request for comments

Molti di noi si erano laureati da poco e ci aspettavamo che qualche professionista ci mostrasse come risolvere i problemi di cui ci stavamo occupando. Avevamo accumulato parecchie note sulla progettazione del DEL e di altri sistemi e decidemmo di raccogliere i nostri appunti. Le regole di base dicevano che chiunque poteva dire qualsiasi cosa e che niente era ufficiale. E per enfatizzare questo aspetto, chiamai le note Request for

12 http://www.dei.isep.ipp.pt/docs/arpa--2.html

Comments*. Non mi sognavo di certo che quegli appunti sarebbero stati distribuiti attraverso quegli stessi media di cui stavamo discutendo.*

Stephen Crocker, *The Request For Comments Reference Guide*
RFC 1000, 1987

Nel 1968, mentre il progetto Arpanet progrediva, rappresentanze di diversi gruppi di Darpa iniziavano a incontrarsi regolarmente per presentare i rispettivi progressi. Così prese forma il Network Working Group (NWG), sebbene inizialmente il gruppo non avesse un assetto formale, membri ufficiali o un'organizzazione. Esso tuttavia gettò le basi per successivi enti, come l'IETF.

Steve Crocker assunse l'incarico di organizzare il materiale del NWG e nel 1969, durante un meeting di ARPA, presentò il primo *Request For Comments* dal titolo *Host Software* e indicizzato come RFC 001: era il documento di presentazione del lavoro del Network Working Group. Inoltre collaborò allo sviluppo del primo protocollo di rete di Arpanet, il Network Control Program. Il primo RFC risultò anche essere un utile veicolo per la documentazione e la distribuzione delle ricerche seguite dagli sviluppatori di Internet e finì per diventare il "registro" su cui venivano annotate decisioni progettuali, architetture e standard tecnici.

Jon Postel, direttore della divisione che si occupava di reti presso l'istituto scientifico dell'università del Sud Carolina, subentrò nella supervisione degli RFC all'inizio degli Anni Settanta e ne diventò l'editor ufficiale per i successivi venticinque anni. Fu lui stesso poi a supportare lo sviluppo di numerosi protocollo di Internet, tra cui il Domain Name System (DNS), il File Transfer Protocol (FTP), il Telnet e l'Internet Protocol (IP). Joyce K. Reynolds venne reclutato da Postel nel 1983 per affiancarlo nel lavoro di supervisione degli RFC e la gestione di IANA. Altro infaticabile volontario di Internet, Reynolds divenne membro dell'IETF, contribuì allo sviluppo dell'Experimental Multimedia Mail System, del Post Office Protocol e delle Telnet Option Specifications, collaborò con l'aggiornamento del File Transfer Protocol e presento documenti RFC come gli FYI (For Your Information). Robert Braden fu un altro personaggio che diede contributi sostanziali agli RFC. Alla guida dell'IRTF End-to-End Research Group, presentò Request For Comments chiave e ne fu co-editor per l'IETF. Ne firmò diversi di suo pugno e con due di essi, RFC 1122 e RFC 1123 (*Requirements for Internet Hosts*), diede un enorme contribuito alla chiarificazione degli standard di Internet. Fu un altro personaggio che lavorò a diversi protocollo (FTP, RSVP, IP) e fece parte dell'AIB diventandone successivamente direttore esecutivo. Elizabeth (Jake) Feinler lavorò con Postel e Reynold e giocò un ruolo chiave per lo Stanford Research Institute Network Information Center come responsabile degli RFC elettronici e cartacei. Nel documento *RFC 2555, 30 Years of RFCs* illustra la storia degli RFC attraverso i contribuiti di Steve Crocker, Joyce Reynolds, Vinton Cerf,

Jake Feinler e Bob Braden.

Il primo risultato prodotto dal NWG alla fine del 1969 era un rudimentale sistema di terminale remoto, battezzato Telnet (non ancora il Telnet che ancora oggi è in uso, le cui specifiche risalgono al 1972). Ma questo sistema non costituiva una grande novità rispetto ai terminali dei mainframe che già erano in funzione da anni: bisognava trovare un modo per far comunicare gli host da pari a pari, un qualche insieme di regole condivise da computer diversi. Nelle discussioni venne l'idea di chiamare queste regole protocolli. Dopo un anno di lavoro, finalmente le specifiche per il protocollo di comunicazione tra host erano pronte: esso fu battezzato Network Control Protocol (NCP). Poco più tardi, venne sviluppato il primo protocollo applicativo vero e proprio, dedicato al trasferimento di file da un host all'altro: il File Transfer Protocol (FTP).

Ma l'applicazione che forse ebbe la maggiore influenza nell'evoluzione successiva della rete fu la posta elettronica. L'idea venne per caso nel marzo del 1972 a un ingegnere della BBN, Ray Tomlinson, che provò ad adattare un sistema di messaggistica sviluppato per funzionare su un minicomputer multiutente (fu lui che ebbe l'idea di separare il nome dell'utente da quello della macchina con il carattere '@'). L'esperimento funzionò e il NWG accolse subito l'idea, integrando nel protocollo FTP le specifiche per mandare e ricevere messaggi indirizzati a singoli utenti.

Nel frattempo la rete Arpanet, come veniva ormai ufficialmente chiamata, cominciava a crescere. I nodi nel 1971 erano divenuti quindici e gli utenti alcune centinaia. Nel giro di pochi mesi tutti coloro che avevano accesso a un host iniziarono a usare la rete per

scambiarsi messaggi. E si trattava di messaggi di tutti i tipi: da quelli di lavoro a quelli personali. La rete di ARPA era divenuto un sistema di comunicazione tra una comunità di giovani ricercatori di informatica. Intorno alla posta elettronica crebbe anche il fenomeno del software libero nella sua veste non formale e spontaneamente evolutasi all'interno della comunità accademica. Infatti ben presto cominciarono ad apparire programmi per leggere i messaggi sempre più raffinati e dotati di funzionalità evolute, che venivano liberamente distribuiti mediante FTP e la cui caratteristica principale era quella di essere rilasciati con il codice sorgente (il codice scritto per il funzionamento del programma) e di essere liberamente distribuibili e sviluppabili.

A questo punto Larry Roberts decise che era giunto il tempo di mostrare pubblicamente i risultati conseguiti dal progetto e affidò a Bob Khan l'organizzazione di una dimostrazione pubblica. L'evento ebbe luogo nell'ambito della International Conference on Computer Communications che si tenne nell'ottobre del 1972 e fu un successo oltre ogni aspettativa. In quella occasione si decise anche di fondare lo International Network Working Group, che avrebbe ereditato la funzione di sviluppare gli standard per la rete Arpanet dal precedente NWG, e ne fu affidata la direzione a Vinton Cerf, uno dei più brillanti membri del gruppo della UCLA.

Vinton Cert: i protocolli per l'interconnessione

*Questo documento descrive l'I*nternet Interplanetario*: un sistema di comunicazione che fornisce servizi simili a quelli di Internet attraverso distanze interplanetarie a supporto della ricerca spaziale. L'ambiente di comunicazione è caratterizzato da ritardi della banda larga risultanti dai ritardi nella propagazione di segnali molto lunghi e discontinuità nella trasmissione di reti adiacenti.*

Vinton Cerf, et. al., *Interplanetary Internet*, maggio 2001

Nel 1972, Vinton Cert ricopriva la carica di ricercatore a DARPA, presso la Stanford University, quando venne nominato presidente dell'InterNetworking Working Group (INWG), gruppo di recente creazione il cui scopo era consentire a ogni computer di connettersi ad Arpanet. L'INWG si era affiliato con l'International Federation of Information Processing (IFIP) e da quel momento diventò l'IFIP Working Group 1 of Technical Committee 6.

Cerf aveva lavorato a interessanti progetti sulle reti quando era a DARPA, tra cui il Packet Radio Net (PRNET) e il Packet Satellite Network (Satnet). Nella primavera del 1973, raggiunse Bob Kahn per contribuire alla progettazione di un protocollo di rete di nuova generazione per Arpanet. Kahn aveva esperienza con l'Interface Message Processor e Cerf invece conosceva bene il Network Control Protocol. Il che faceva della coppia di scienziati il team perfetto per un protocollo diventato realtà nelle vesti del TCP/IP.

Cerf e Kahn iniziarono stendendo le bozze di un paper, *A Protocol for Packet Network Interconnection*, in cui descrivevano il progetto della rete e lo distribuirono al meeting dell'INWG tenutosi nel settembre '73 alla Sussex University. La versione definitiva venne pubblicata nel maggio 1974 su *EEE Transactions of Communications Technology*. Cerf e due giovani neolaureati, Yogen Dalal e Carl Sunshine, diedero alle stampe la prima specifica tecnica sul TCP/IP come *Internet Experiment Note* (IEN) che prese il nome di RFC 675 nel dicembre 1974. La sua progettazione includeva un indirizzo IP a 32 bit: 8 bit andavano per l'identificazione di una rete e 24 per l'identificazione di un computer, supportava fino a 256 reti e 16.777.216 indirizzi unici di rete. Il concetto di base era che il progetto di rete potesse essere reingegnerizzato per un sistema di produzione, ma l'architettura si dimostrava notevolmente robusta. Secondo il pensiero di Cerf, una volta che la rete fosse diventata operativa, avrebbe "continuato a propagarsi senza interruzione". Lo scienziato continuò a migliorare le sue ricerche e a contribuire allo sviluppo di Internet attraverso il suo lavoro con la società WorldCom e con l'ICANN.

Cerf è l'autore di tre RFC e contribuì ad un quarto: RFC 968, *Twas the Night Before Start-up*[13], dicembre 1985; RFC 1121, Leonard Kleinrock, Vinton Cerf, Barry Boehm, *Act One - The Poems*[14], presentato al simposio Act One tenuto in occasione del ventesimo anniversario di Arpanet e pubblicato nel settembre 1989; RFC 1217, *Memo from the Consortium for Slow Commotion Research (CSCR)*[15], 1 aprile 1991, in risposta all'RFC

13http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc968.html
14http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1121.html
15http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1217.html

1216[16] ; RFC 1607, *A View From The 21st Century*[17], 1 aprile 1994. Altre pubblicazioni online di Cerf: *How the Internet Came to Be*[18], *A Brief History of the Internet and Related Networks*[19] e *Internet: Past, Present, and Future*[20].

Poco dopo Cerf, che nel frattempo aveva avuto una cattedra a Stanford, fu contattato da Kahn per lavorare insieme a un problema nuovo: come far comunicare tra loro reti basate su tecnologie diverse? Infatti in quegli anni erano stati avviati altri esperimenti nel settore delle reti di computer, alcuni dei quali basati su comunicazioni radio e satellitari (in particolare va ricordata la rete Aloha-Net, realizzata dalla University of Hawaii per collegare le sedi disperse su varie isole, le cui soluzioni tecniche avrebbero dato lo spunto a Bob Metcalfe per la progettazione di Ethernet, la prima rete locale). Se si fosse riusciti a far comunicare queste reti diverse, sarebbe stato possibile diffondere le risorse disponibili su Arpanet a una quantità di utenti assai maggiore, con costi molto bassi.

I due si misero a lavorare intensamente intorno a questo problema e in pochi mesi elaborarono le specifiche di un nuovo protocollo di comunicazione tra host che battezzarono Transmission Control Protocol (TCP). Il TCP implementava pienamente l'idea della comunicazione a pacchetti, ma era indipendente dalla struttura hardware. Esso introduceva anche il concetto di gateway, una macchina che doveva fare da raccordo tra due reti diverse. I risultati di questo lavoro furono pubblicati nel 1974 in un articolo dal titolo *A*

16http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1216.html
17http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1606.html
18http://www.internetvalley.com/archives/mirrors/cerf-how-inet.txt
19http://www.isoc.org/internet/history/cerf.shtml
20http://sunsite.compapp.dcu.ie/IJUG/javaone/javaone97/java1-97-cerfkeynote.html

Protocol for Packet Network Internetworking, in cui comparve per la prima volta il termine Internet.
Le ripercussioni dell'articolo di Cerf e Kahn furono enormi. Ben presto numerosi ricercatori si posero a rifinire la proposta iniziale e a sperimentarne varie implementazioni. La prima dimostrazione pubblica di un collegamento tra Arpanet, Satnet e Packet Radio Network fu fatta nel luglio del 1977, con un sistema che collegava un computer in viaggio su un camper lungo la baia di San Francisco a uno installato a Londra.
Il collegamento funzionò perfettamente e convinse DARPA (al nome originale dell'agenzia si era aggiunto il termine Defense) a finanziarne lo sviluppo. Un anno dopo Cerf, Steve Crocker e Danny Cohen svilupparono il progetto iniziale del nuovo protocollo dividendolo in due parti: il TCP che gestiva la creazione e il controllo dei pacchetti e l'IP che invece gestiva l'instradamento dei dati. Pochi anni dopo il TCP/IP sarebbe stato adottato ufficialmente come protocollo standard della rete Arpanet (e di tutte le reti finanziate dall'agenzia), sostituendo l'ormai datato e inefficiente NCP. Si apriva così la strada alla nascita di Internet quale la conosciamo oggi.

Il passaggio al TCP/IP

Il TCP/IP venne sviluppato da Bob Kahn e Vinton Cert. Darpa aveva effettuato test di comunicazione tra due reti connettendo Arpanet e Satellite Network (Satnet) nel 1975. Il primo test su tre reti venne condotto usando il TCP/IP nel novembre 1977 con comunicazioni che viaggiavano secondo questo schema:

- San Francisco: il primo nodo nella rete era un computer LSI-11 che stava su un furgone guidato lungo la San Francisco Bayshore Freeway. Il furgone spediva dati via Packet Radio Net su uno spettro di diffusione dual-rate 400/100 a un gateway Arpanet presso la BBN. La BBN spediva il traffico su un satellite Arpanet interno collegato a un computer in

Norvegia
- Londra: dalla Norvegia i dati venivano inviati a un circuito Arpanet dedicato all'University College in Gran Bretagna
- Boston: da Londra passavano l'oceano per tornare alla BBN su Packet Satellite Net a 64 kbps usando un canale condiviso residente sul satellite Intelsat IV
- Marina Del Ray: la BBN spediva via Arpanet a un computer Dec KA-10 all'Usc Information Sciences Institute di Marina Del Ray, in California

Questa dimostrazione simulò con successo complesse comunicazioni militari e fornì una spettacolare verifica della progettazione del TCP/IP. Il TCP/IP venne poi presentato alla comunità di Arpanet. Tuttavia non tutti i siti si convertirono rapidamente al nuovo standard. Perciò Cerf, Postel e il team del TCP/IP spensero un certo numero di canali della rete NCP sull'IMP di Arpanet per un giorno intero a metà del 1983. Successivamente disattivarono il NCP ancora per due giorni in autunno. Il passaggio completo venne fissato per il primo gennaio 1983: alcuni siti affrontarono la transizione senza problemi, ma alcuni restarono scollegati anche per tre mesi per adattare i loro sistemi. Un aiuto provenne dal dipartimento della difesa americano che fece del TCP/IP lo standard per le reti militari, un atto che fece del protocollo un riferimento per l'industra e fornì finanziamenti per un certo numero di anni. A partire dai tre anni successivi, il TCP/IP divenne lo standard di rete più usato nel mondo.
Nel 1985, Dan Lynch e l'Internet Architecture Board[21] organizzarono un workshop di tre giorni sul TCP/IP per l'industria informatica a cui parteciparono una cinquantina di ricercatori e 250 rappresentanti aziendali. Fu un'ulteriore occasione per aumentare la popolarità del protocollo e diede avvio allo sviluppo di numerosi prodotti per il networking su TCP/IP. Nel settembre 1988, Lynch organizzò un meeting che in seguito divenne l'expo Interop[22]. Vennero invitate cinquanta aziende alla prima dimostrazione sull'interoperabilità dei pacchetti TCP/IP e vi assistettero cinquemila ingegneri. La dimostrazione fu un successo e Interop crebbe in modo incredibile diventando quello che è oggi. Il TCP/IP, in origine costruito su reti packet radio wireless di basso profilo, era diventato il più affidabile e diffuso sistema di comunicazione nel mondo.

21http://www.iab.org/
22http://www.interop.com/index.html

3.2 - Le comunità intellettuali in rete

Nel frattempo Arpanet, la cui gestione era stata affidata dalla DARPA alla Defense Communication Agency (DCA)[23], continuava la sua espansione, sia come diffusione sia, soprattutto, come servizi e applicazioni che vi venivano sviluppati. Nel giugno del 1975 era stato creato il primo gruppo di discussione basato sulla posta elettronica, ospitato sull'host di DARPA e battezzato MsgGroup. I temi che vi si discutevano erano di ambito tecnico, ma non mancarono polemiche su fatti esterni. Visto il successo di MsgGroup, ben presto fecero la loro comparsa altri gruppi di discussione non ufficiali ospitati sugli host universitari: il primo fu SF-Lovers[24], dedicato agli amanti della fantascienza.

Altra pietra miliare fu lo sviluppo dei primi giochi di simulazione. Il primo in assoluto fu Adventure, una versione digitale di Dungeons and Dragons, scritto in una prima fase da Will Crowther (del gruppo dell'IMP alla BBN) e poi rifinito da uno studente di Stanford, Don Woods, nel 1976. Il gioco ebbe un successo inaspettato e generò una grande quantità di traffico sull'host dello Artificial Intelligence Laboratory dove era stato installato. Nel 1979 Richard Bartle e Roy Trubshaw della University of Essex crearono la prima versione di un gioco di ruolo multiutente che battezzarono Multi User Dungeons (MUD).

Adventure e l'avvento dei giochi in rete

All'inizio del 1977, Adventure dilagava su Arpanet. Willie Crowther era l'autore originario, ma Don Woods ampliò in modo considerevole il gioco e lo sguinzagliò in rete. Quando Adventure arrivò al MIT, la reazione fu tipica:

23 http://www.disa.mil/line/whca.html
24 http://sflovers.rutgers.edu/

dopo un diffuso e massiccio coinvolgimento nel gioco per risolverlo, vennero a galla i veri fanatici che trascorrevano il loro tempo pensando a come migliorarlo.

Tim Anderson, *The History of Zork - First in a Series*, New Zork Times, 1985

Adventure, conosciuto anche come Colossal Cave Adventure, è il precursore della realtà virtuale e della letteratura ipertestuale. Per un gioco così spartano, senza alcuna attrattiva grafica o fascino stilistico, era tremendamente coinvolgente. Era il primo nel suo genere e usava le parole per simulare un mondo particolare che nessuno aveva prima immaginato. Qualcuno fa nascere Adventure nel 1972 negli ambienti che Will Crowther frequentava e dove progettava Mammoth Cave. Se Don Woods è generalmente accreditato come colui che ha impresso uno sviluppo notevole al gioco, Crowther era colui che ne aveva immaginato tesori e rebus. Dunque, il creatore originario, come lui stesso ha spiegato, aveva introdotto elementi magici mentre Woods aveva perfezionato e arricchito l'intera struttura.
In rete girano varie versioni della storia, ma facendo riferimento ad Adams, autore di *A History of Adventure*, Jim Gillogly aveva dedicato parecchie settimane nel 1976 portando il codice, con la benedizione di Crowther e Woods, dall'originale Fortran in C per UNIX. Nel edizione del 1981 del Software Toolworks, Walt Bilofsky aggiunse altri enigmi e le certificazioni e il gioco assunse il nome di *The Original Adventure*. Gillogy ricorda che vennero pagate a Crowter e Woods royalty in cambio dell'utilizzo del gioco e queste furono le uniche somme di denaro che la coppia di programmatori ricevette per il programma. Il testo scritto da Gillogy dà maggior credito al lavoro svolto da Don Woods, ma attribuirgli la maggior parte delle funzioni può essere un'esagerazione se si intendono “nuove” caratteristiche. La versione originale scritta di Gillogly si basava sul sorgente in Fortran e cambiava solo un aspetto del Witt's End rendendo il tutto più fluido. Il primo porting fu abbastanza semplice: veniva modificata qualche ambientazione, oltre al lessico. Crowter e Woods provarono questa nuova versione e ne furono soddisfatti.
A complicare la situazione, tuttavia, ci si misero differenti versioni del gioco che iniziarono a circolare su Internet. Una sequenza di comandi che funzionava nella prima versione di Adventure poteva essere inutilizzabile nelle successive. Una ricostruzione del 1994 attuata da Eckman, Baggett e Nelson migliorava la formattazione, renderava il testo più leggibile e permetteva il caricamento di nuove funzioni, ma tagliava fuori alcuni comandi precedenti.

Risorse:

• Adams, Rick. *The history of Adventure*, The Colossal Cave Adventure

Page, 1998
http://people.delphi.com/rickadams/adventure/a_history.html
- Cree, Graeme. *Review. Adventure (aka Colossal Cave)*, SPAG 8, 1996 http://www.sparkynet.com/spag/a.html#advent
- Crowther, Will. *Adventure. Original FORTRAN source code (lost?)*, 1975
- Crowther, Will and Don Woods. *Adventure. FORTRAN*, 1976
- Giloogly, Jim. *Code translator. C version of Crowther and Woods's Adventure*, 1976
- Ekman, Donald, David M. Baggett and Graham Nelson. *Reconstuctors. "Adventure: The Interactive Original." Inform Z-file*, 1993-94.

Come aveva previsto Licklider ormai quindici anni prima, sulla base di un sistema di comunicazione interattivo fondato sui computer si era costituita una vera e propria comunità intellettuale.

Il successo di Arpanet nella comunità scientifica aveva dimostrato ampiamente i vantaggi che le reti di comunicazione telematiche potevano arrecare nell'attività di ricerca. Tuttavia, alle soglie degli Anni Ottanta, delle centinaia di dipartimenti di informatica del paese solo 15 avevano il privilegio (ma anche gli oneri finanziari) di possedere un nodo. Questa sperequazione era vista come un pericolo di impoverimento del sistema della ricerca universitaria. Per ovviare a tale rischio la National Science Foundation (NSF)[25], un ente governativo preposto al finanziamento della ricerca di base, iniziò a sponsorizzare la costruzione di reti meno costose tra le università americane.

Nacque così nel 1981 Computer Science Network (Csnet)[26], una rete che collegava i dipartimenti informatici di tutto il sistema accademico statunitense. Ma già prima di questa iniziativa, alcune sedi universitarie avevano creato infrastrutture telematiche a basso costo. Nel 1979, ad esempio, era stato creata Usenet, che collegava i

25 http://www.nsf.gov/
26 http://www.cs.fsu.edu/~wong/cs/history.html

computer della Duke University e della University of North Carolina, permettendo lo scambio di messaggi articolati in forum. Nel 1981 alla City University of New York venne creata Bitnet (acronimo della frase *Because It's Time Net*), che fu estesa ben presto a Yale.

Tutte queste reti, pur avendo adottato internamente tecnologie diverse e meno costose rispetto a quelle di Arpanet, potevano comunicare con essa grazie ai gateway basati sul nuovo protocollo di Internet working TCP/IP. Ben presto anche altri paesi del blocco occidentale iniziarono a creare reti di ricerca, basate sul medesimo protocollo (le cui specifiche, ricordiamo, erano gratuite e liberamente disponibili sotto forma di RFC; il relativo archivio era gestito sin dai tempi del NWG da Jon Postel), e perciò in grado di interoperare con le omologhe nordamericane. Intorno alla rete di ARPA, andava prendendo forma una sorta di rete delle reti. A sancire la nascita definitiva di tale rete intervenne nel 1983 la decisione da parte della DCA di dividere Arpanet in due rami per motivi di sicurezza: uno militare e chiuso, inizialmente battezzato Defense Data Network e poi Milnet, e uno per la comunità scientifica, che ereditava il nome originario e che non avrebbe avuto limiti di interconnessione esterna. La vecchia Arpanet poteva così divenire a tutti gli effetti il cuore della neonata Internet. Nello stesso tempo venne fondato un nuovo organismo di gestione tecnica della rete, l'Internet Activities Board (IAB)[27], e tra i suoi sottogruppi l'Internet Engineering Task Force (IETF)[28], cui fu affidato il compito specifico di definire gli standard della rete, compito che mantiene ancora oggi.

27 http://www.iab.org/iab/

28 http://www.ietf.org/home.html

3.3 - Verso la maturità tecnologica

Parallelamente a tali sviluppi amministrativi, anche l'evoluzione tecnica della rete procedeva, raggiungendo proprio in quegli anni due tappe basilari: il 1 gennaio 1983, su decisione di DARPA e della DCA, tutti i nodi di Arpanet passarono ufficialmente dal vecchio NCP a TCP/IP. Si racconta che tutto filò liscio, anche se da un responsabile di nodo all'altro rimbalzò il messaggio «I survived the TCP/IP transition». Approfittando del clima di riorganizzazione che seguì la transizione, Paul Mockapetris, Jon Postel (che nel frattempo aveva anche definito il nuovo protocollo per la posta elettronica, il Simple Mail Transfer Protocol, SMTP) e Craig Partridge si misero a lavorare a un nuovo sistema per individuare i nodi della rete, assai più facile da maneggiare rispetto agli indirizzi numerici IP. Nel novembre dello stesso anno, dopo alcuni mesi di lavoro pubblicarono gli RFC 892 e 893 che delineavano il Domain Name System (DNS). Ci volle ancora un anno intero di discussioni prima che il DNS fosse accettato da tutti e messo in funzione, ma quando questo avvenne tutti gli elementi tecnici affinché la diffusione di Arpanet/Internet esplodesse erano disponibili.

A dare il via a tale esplosione fu ancora una volta la NSF. Dopo il successo dell'esperimento Csnet, l'ente federale per la ricerca si era convinto della necessità di dotare il sistema universitario di una infrastruttura telematica ad alta velocità. Ma i fondi a sua disposizione erano del tutto insufficienti per tale obiettivo. Per ovviare a tale limite, la NSF decise di coinvolgere direttamente le università nella costruzione della nuova infrastruttura. Essa si assunse in prima persona l'onere di realizzare una dorsale ad alta

velocità che congiungeva i cinque maggiori centri di supercalcolo del paese con una linea dedicata a 56 Kbps, battezzata Nsfnet. Tutte le altre università avrebbero potuto accedere liberamente a tale rete a patto di creare a loro spese le infrastrutture locali.
Il progetto fu avviato nel 1986 ed ebbe un successo enorme. Nel giro di un anno quasi tutte le università statunitensi aderirono all'offerta della NSF e si riunirono in consorzi per costruire una serie di reti regionali, a loro volta connesse a Nsfnet. A ciò si affiancò la diffusione delle reti locali, la cui commercializzazione era appena iniziata. Come risultato il numero di host di Internet decuplicò, raggiungendo la quota di diecimila.
Ma si trattò appena di un inizio. Il successo riportato dai protocolli TCP/IP, e da tutti gli altri protocolli applicativi che su di esso si basavano, stimolò la nascita di altre reti di ricerca nazionali in gran parte dei paesi occidentali. E ormai anche le reti private come Decnet, Compuserve e MCI decisero di connettersi a Internet. Come conseguenza fra il 1985 e il 1988 la backbone della Nsfnet dovette essere aggiornato con una rete T1 a 1,544 Mbps e un anno dopo il numero di host superò le 100 mila unità.
A questo punto divenne evidente che la vecchia Arpanet aveva ormai esaurito la sua funzione. Tutti i nuovi accessi passavano per la più veloce, evoluta ed economica Nsfnet. Inoltre DARPA, dove non era rimasto nessuno dei grandi protagonisti della storia di Arpanet, era ormai rivolta ad altri interessi e non intendeva più spendere i 15 milioni di dollari annui per quella vecchia rete. Fu così che qualcuno (ma nessuno in particolare si assunse pubblicamente il compito) prese la decisione di staccare la spina. Nel 1989, a venti anni dalla sua nascita, il processo di smantellamento di Arpanet ebbe inizio.

Tutti i siti vennero trasferiti alla rete della NSF o a qualcuna delle reti regionali. Alla fine dell'anno Arpanet aveva cessato di esistere e il glorioso IMP numero 1 divenne un reperto in mostra alla Ucla, dove tutto era iniziato.

4 - Il World Wide Web: l'esplosione di Internet

Per molti anni la rete era stata uno strumento, alquanto esoterico, nelle mani di poche migliaia di studenti e ricercatori di informatica. Alcuni di loro potevano affermare senza battere ciglio di conoscere a memoria l'indirizzo di ogni singolo host. Ma la diffusione che seguì alla nascita di Nsfnet aveva cambiato radicalmente il quadro demografico degli utenti.

Agli informatici (accademici e professionisti) si erano affiancati i fisici, i chimici, i matematici e anche alcuni rari studiosi dell'area umanistica. Senza contare che le reti universitarie iniziavano a fornire accessi anche agli studenti “undergraduate” e a fornire informazioni amministrative attraverso i loro host. Parallelamente la quantità di risorse disponibili cresceva in modo esponenziale e nessuno era ormai più in grado di tenerne conto con il solo aiuto della memoria.

Tutte queste ragioni, che si sommavano allo spirito di innovazione e di sperimentazione che aveva caratterizzato gli utenti più esperti della rete, determinarono agli inizi degli anni Novanta una profonda trasformazione dei servizi di rete e la comparsa di una serie di nuove applicazioni decisamente più *user friendly*.

Il primo passo in questa direzione fu lo sviluppo nel 1989 di un programma in grado di indicizzare il contenuto dei molti archivi pubblici di file basati su FTP, da parte di Peter Deutsch, un

ricercatore della McGill University di Montreal. Il programma fu battezzato Archie e in breve tempo gli accessi all'host su cui era stato installato generarono più della metà del traffico di rete tra Canada e Usa. Preoccupati da tale situazione gli amministratori della McGill decisero di impedirne l'uso agli utenti esterni. Ma il software era ormai di pubblico dominio e numerosi server Archie comparvero su Internet.

Poco tempo dopo Brewster Kahle, uno dei migliori esperti della Thinking Machine, azienda leader nel settore dei supercomputer paralleli, sviluppò il primo sistema di information retrieval distribuito, il Wide Area Information Server (WAIS). Si trattava di un software molto potente che permetteva di indicizzare enormi quantità di file di testo e di effettuare ricerche su di essi grazie a degli appositi programmi client. Le potenzialità di WAIS erano enormi, ma la sua utilizzazione era alquanto ostica e ciò ne limitò la diffusione. Nel momento di massimo successo il server WAIS principale istallato alla Thinking Machine ospitò circa 600 database, tra cui l'intero archivio delle RFC.

Ben più fortunata, anche se altrettanto breve, fu la vicenda del primo strumento di interfaccia universale alle risorse di rete orientato al contenuto e non alla localizzazione: Gopher. Le sue origini risalgono al 1991, quando Paul Lindner e Mark P. McCahill della University of Minnesota decisero di realizzare il prototipo di un sistema di accesso alle risorse di rete interne al campus la cui interfaccia fosse basata su menu descrittivi e che adottasse un'architettura client-server (in modo da rendere possibile la distribuzione su più host del carico di indicizzazione). Il nome, ispirato alla marmotta scavatrice simbolo dell'università, si dimostrò un'ottima scelta. Nel giro di due anni il

programma (i cui sorgenti furono messi a disposizione online) si diffuse in tutta la rete, arrivando a contare più di 10 mila server e divenendo l'interfaccia preferita della maggior parte dei nuovi utenti. Al suo successo contribuì notevolmente lo sviluppo di un programma che permetteva di effettuare ricerche per parole chiave su tutti i menu del Gopher Space, Veronica (la cui origine si colloca nella Duke University).

Ma proprio mentre il Gopher raggiungeva l'apice del suo successo un altro sistema, sviluppato nei laboratori informatici del Cern di Ginevra[29], cominciò ad attirare l'attenzione della comunità di utenti Internet: World Wide Web.

Il primo documento ufficiale in cui si fa riferimento a questo strumento risale al marzo 1989. In quell'anno Tim Berners Lee, un fisico in carico al centro informatico del grande laboratorio svizzero, concepì l'idea di un "sistema ipertestuale per facilitare la condivisione di informazioni tra i gruppi di ricerca nella comunità della fisica delle alte energie" e ne propose lo sviluppo al suo centro. Avuto un primo assenso si mise al lavoro sulla sua idea, coadiuvato dal collega Robert Cailliau (a cui si deve il simbolo costituito da tre “W” sovrapposte in colore verde). Nel novembre del 1990 i due firmarono un secondo documento, assai più dettagliato, che descriveva il protocollo HTTP (Hyper Text Transfert Protocol), il concetto di browser e server e che rendeva pubblico il nome ideato da Berners Lee per la sua creatura: World Wide Web. Nel frattempo Berners Lee, lavorando con la sua nuova workstation Nextstep, un vero e proprio gioiello dell'informatica, sviluppò il primo browser/editor web (battezzato con poca fantasia World Wide Web

29 http://www.cern.ch/

anch'esso). Le funzionalità di quel programma erano avanzatissime (per lungo tempo i browser di maggiore diffusione non avrebbero implementato tutte le caratteristiche del primo prototipo), ma le macchine Next in giro per il mondo erano assai poche.
Per facilitare la sperimentazione del nuovo sistema ipertestuale di diffusione delle informazioni su Internet, Berners Lee realizzò un browser con interfaccia a caratteri, facilmente portabile su altre architetture, e lo battezzò Line Mode Browser. Esso venne distribuito nel marzo del 1991 in formato sorgente attraverso alcuni gruppi di discussione. Una versione funzionante fu messa online e resa accessibile tramite un collegamento telnet pubblico su un server del Cern. Intanto iniziavano a sorgere i primi server web esterni al Cern, ma sempre legati al mondo della fisica nucleare. Alla fine dell'anno se ne contavano circa cinquanta.

4.1 - Browser e applicazioni

L'interesse intorno a questa nuova applicazione iniziava a crescere, ma l'ostica interfaccia a caratteri del browser ne limitava la diffusione. Un primo aiuto in questo senso venne nel 1992, quando Pei Wei, uno studente di Stanford, realizzò un browser grafico per X-window battezzato WWW Viola. Fu proprio provando Viola che Marc Andressen, studente specializzando presso il National Center for Supercomputing Applications (NCSA)[30] della University of Illinois, concepì l'idea di sviluppare un browser web grafico insieme ad Eric Bina: nacque così Mosaic[31]. La prima versione per Unix X-window fu rilasciata nel gennaio 1993. Nel settembre dello stesso anno il

30 http://www.ncsa.uiuc.edu/
31 http://www.ncsa.uiuc.edu/SDG/Software/Mosaic/Docs/help-about.html

gruppo di programmatori raccoltosi intorno a Mark ed Eric rilasciò le prime versioni per Windows e Macintosh. Mosaic fu una vera e propria rivelazione per gli utenti Internet. La semplicità di installazione e di uso ne fece una *killer application* che nel giro di pochi mesi attrasse su World Wide Web migliaia di utenti e che soprattutto rese evidente un modo nuovo di utilizzare i servizi della rete Internet, completamente svincolato dalla conoscenza di complicate sintassi e lunghi elenchi di indirizzi. Grazie a Mosaic e alla sottostante architettura web, Internet divenne uno spazio informativo ipermediale aperto che era alla portata di chiunque con il minimo sforzo.

Tutto ciò accadeva mentre Internet aveva già raggiunto i due milioni di host e la backbone della Nsfnet era stata portata a una banda passante di 44,736 Mpbs. Ma l'introduzione del binomio Mosaic/web ebbe la forza di un vero e proprio big bang.

Dalla fine del 1993, gli eventi si fanno ormai concitati. A fine anno Marc Andressen lasciò il NCSA. Nel marzo dell'anno dopo incontrò uno dei fondatori della Silicon Graphics, Jim Clark, che lo convinse a creare una società per sfruttare commercialmente il successo di Mosaic. Il nome scelto per la società in un primo momento fu Mosaic Communication; ma per evitare di pagare royalty alla NCSA fu deciso di cambiarlo in Netscape Communication e di riscrivere da zero un nuovo browser web dopo avere cooptato la maggior parte dei vecchi amici e collaboratori di Mark. Pochi mesi dopo fu distribuita la prima versione beta di Netscape Navigator, le cui caratteristiche innovative ne fecero quasi immediatamente l'erede di Mosaic. Il 25 maggio del 1994 si tenne a Ginevra la prima WWW Conference (alcuni la hanno battezzata la “Woodstock del Web”),

seguita nell'ottobre da un seconda tenuta a Chicago. Da quei primi incontri si presero le mosse per la fondazione del W3 Consortium[32] (la prima riunione risale al 14 dicembre 1994), un'organizzazione voluta da Tim Berners Lee al fine di gestire in modo pubblico e aperto lo sviluppo delle tecnologie web così come era avvenuto per tutte le precedenti tecnologie che erano state sviluppate sulla e per la rete sin dai tempi del NWG.

Ma i tempi, appunto, erano ormai cambiati profondamente. Con cinque milioni di host, tra cui 25 mila server web (moltiplicatisi con un ritmo di crescita geometrico), la nuova Internet era ormai pronta a una ennesima mutazione: da un sistema di comunicazione fortemente radicato nell'ambiente accademico stava per divenire un vero e proprio medium globale in grado di generare profitti miliardari. Già da qualche anno la rigida chiusura al traffico commerciale sulla backbone di Nsfnet era stata sostituita da una ampia tolleranza. Il 30 aprile 1995 la NSF chiuse definitivamente il finanziamento della sua rete, che venne ceduta a un gestore privato. Nel frattempo molte grandi multinazionali delle telecomunicazioni avevano già iniziato a vendere connettività Internet per conto proprio.

Il controllo tecnico della rete rimaneva in mano alla Internet Society, organizzazione non-profit fondata nel 1992 alle cui dipendenze erano state messe IAB e IETF. Ma il peso dei grandi investimenti cominciava a farsi sentire, specialmente con l'entrata in campo della Microsoft e con la reazione al suo temuto predominio da parte di altri attori, vecchi e nuovi, dell'arena dell'IT. Il resto, l'esplosione di Internet come host, come utenti e come fenomeno mediatico, è cronaca dei nostri giorni.

32 http://www.w3c.org/

5 - Le organizzazioni che costruirono Internet

5.1 - Arpanet

Fu la prima Internet. Il 30 agosto 1969 la BBN rilasciò il primo Interface Message Processor al Network Measurements Centre (NMC) di Leonard Kleinrock, presso la Ucla: era composto da un computer Honeywell DDP 516 con 12K di memoria. Il team NMC IMP era guidato da Kleinrock e includeva giovani laureati tra cui Vinton Cerf, Steve Crocker, Bill Naylor e Jon Postel.

Nel giro di un paio di giorni, la macchina IMP era connessa all'host NMC, un computer SDS Sigma 7 su cui girava il sistema operativo SEX, e i messaggi venivano scambiato agevolmente. Il secondo passaggio fu connettere il computer NMC al sistema NLS di Douglas Engelbart dello Stanford Research Institute su una linea a 50 Kbps fornita da AT&T. Il sistema NLS funzionava su un SDS-940 con Genie come sistema operativo, ma aveva un IMP identico. In un mese la connessione venne implementata, sebbene il primo test non funzionò perfettamente.

Il terzo nodo di Arpanet venne aggiunto nel novembre 1969 al Culler-Fried Interactive Mathematics Centre della University of California at Santa Barbara, usando un computer IBM 360/75 su cui girava il sistema operativo OS/MTV. Il quarto nodo venne aggiunto nel dicembre 1969 al Graphics Department della University of Utah: in questo caso si ricorse a un PDP-10 della DEC su cui era installato Tenex. Questi primi quattro siti vennero selezionati perché erano già compresi nelle ricerche DARPA e l'IPTO confidò sulla loro capacità tecnica di sviluppare l'interfaccia per l'IMP. Nel luglio 1975, DARPA trasferì Arpanet alla Defence Communications Agency (ora Defence

Information Systems Agency) per lo sviluppo e la messa in opera.

5.2 - Computer Science Network

Csnet diffuse la rete nelle università sparse nell'America del Nord. Nel 1979, molte università che non stavano facendo ricerca con il dipartimento della difesa statunitense non erano connesse ad Arpanet e volevano avere accesso agli stessi vantaggi per innalzare il livello delle ricerche in gioco. Un piano venne concepito in un meeting tra DARPA, la National Science Foundation e una serie di università: lo scopo era quello di avviare una rete parallella battezzata Computer Science Network (Csnet) per centri accademici non accessi ad Arpanet. Nel 1980 Vinton Cerf propose la creazione di un gateway di comunicazione fra Csnet e Arpanet. Fortunatamente, si era optato per il TCP/IP come protocollo di rete e, per assicurare che venisse mantenuto come standard, il protocollo venne reso disponibile per siti Csnet. Questa rete crebbe rapidamente tra gli Stati Uniti e il Canada così come crebbero i sistemi per interfacciare posta elettronica e newsgroup ad Arpanet. Csnet divenne molto popolare in rete avvicinando decine di migliaia di nuovi utenti che, a loro volta, ne avevano portati altri.

5.3 - DARPA

DARPA[33], Defense Advanced Research Projects Agency, è una derivazione di Arpanet[34]. Nel 1957, l'Unione Sovietica lanciò il primo satellite artificiale, lo Sputnik, assestando un colpo alla supremazia tecnologica e militare degli Stati Uniti. L'evento aveva implicazioni

33http://www.arpa.mil/
34http://afrinet.intnet.mu/competition/competition/team02/evolution/arpanet.htm

notevoli perché avrebbe teoricamente permesso all'URSS di controllare e attaccare qualsiasi punto del pianeta. Nel 1958, il presidente Dwight Eisenhower nominò James Killian, figura di spicco del MIT, assistente presidenziale alla scienza, e creò la Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA): lo scopo era quello di far compiere agli Stati Uniti quel balzo accademico e tecnologico che garantisse alla nazione la difesa contro possibili attacchi missilistici. Dunque, la missione di DARPA era quella di assicurare agli USA il mantenimento di un ruolo guida nello stato dell'arte tecnologico.

Dopo un anno, DARPA godeva dell'autorizzazione a ricorrere a qualsiasi mezzo per perseguire il suo obiettivo. Per esempio, ebbe uno strano mandato a usare la ricerca prima che fosse verificata: le verifiche avrebbero migliorato i risultati raggiunti, ma avrebbero anche rallentato il processo di crescita. In diciotto mesi, arrivò al lancio del primo satellite americano. Inoltre, l'agenzia ebbe il contributo diretto allo sviluppo di Internet attraverso i finanziamenti all'IPTO e alle ricerche sulle reti ideate da Lawrence Roberts, il quale contribuì alla messa in opera e alla gestione di Arpanet. Negli Anni Settanta, la "D" venne rimossa e il nome si trasformò il Arpa, nome che conservò a lungo, anche se successivamente la consonante "D" tornò.

5.4 - Dartmouth AI conference

La Dartmouth Artificial Intelligence Conference[35] del 1956 cristallizzò il concetto che la tecnologia si stava evolvendo a un ritmo esponenziale e convinse una generazione di scienzati del potenziale

35http://www.formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html

dell'Information Technology per il raggiungimento di benefici concreti. L'evento permise di riunire i principali ricercatori nell'ambito di intelligenza artificiale per discutere di teoria complessa, simulazione del linguaggio, reti neurali, astrazione dei contenuti, relazione con il pensiero creativo e macchine in grado di apprendere. Già nel 1956 era evidente che le possibilità dell'elettronica e le funzionalità connesse contenevano dubbi destinati a trascinarsi per gli anni a venire. Più importante, il ritmo di evoluzione indicava che la ricerca non si sarebbe atrofizzata. La conferenza fu uno dei primi seri tentativi di considerare e discutere le conseguenze di questo fatto. Molti dei partecipanti erano convinti che gli sviluppi dell'hardware e le tecniche di programmazione avrebbero condotto a un punto in cui i computer sarebbero stati intelligenti quanto gli esseri umani.

L'evento e i concetti in esso esposti fornirono il substrato per successive ricerche e ispirarono gli scienziati allo sviluppo di capacità informatiche per accrescere l'utilità dei computer per gli esseri umani. Questa visione influenzò molte persone che contribuirono alla creazione di Internet, primo tra tutti Joseph Licklider.

5.5 - European UNIX Network

Arpanet era in tutta la comunità di ricerca in Europa. Prima del 1998, Eunet connetteva le università di ricerca europee e i centri di ricerca, ma supportava essenzialmente il protocollo di X.25, un sistema a pacchetti come il TCP/IP di Internet, ma usato soprattutto per comunicazioni commerciali punto-punto. Nel 1998, Daniel Karrenberg, amministratore di sistema dell'Amsterdam Mathematics

Centre, usato come gateway Arpanet per le comunicazioni di posta elettronica e Usenet, e Ben Segal, “TCP/IP coordinator” del Cern, aggiunsero i router per supportare anche il protocollo TCP/IP su Eunet. Questo fornì il potenziale per connettività di rete verso Arpanet. Nel 1989, John Gamble, nuovo TCP/IP coordinatore al Cern, connesse la rete del Cern a Eunet. L'aspetto interessante è che ciò accadeva in tempo per far usare a Tim Berners Lee questa connessione con cui distribuire il primo server web su Usenet al mondo.

5.6 - Information Processing Techniques Office

L'IPTO finanziò lo sviluppo di Arpanet. Nel 1962, Jack Ruina, direttore di ARPA, prese a lavorare con sé Joseph Licklider, il quale andò a dirigere il nuovo Information Processing Techniques Office (IPTO), con un mandato a estendere la ricerca all'informatizzazione dell'aeronautica attraverso il programma Sage. L'IPTO finanziò anche la ricerca in tecnologie informatiche avanzate e commissionò a tredici gruppi di ricerca uno studio sull'interazione uomo-macchina e sui sistemi distribuiti. A ogni gruppo era assegnato un budget dalle trenta alle quaranta volte più consistente del normale, veniva lasciata completa discrezione del suo utilizzo e l'accesso allo stato dell'arte delle tecnologie era riservato a Carnegie-Mellon University, RAND Corporation, Stanford Research Institute, System Development Corporation, University of California di Berkeley, Santa Barbara e Los Angeles, University of South Carolina e University of Utah.
Nel 1963, Licklider avviò un progetto di ricerca guidato da Robert Fano del Mit. Il progetto si chiamava MAC e il suo scopo era quello di esplorare il potenziale per creare una comunità di computer time-

sharing. I lavori tennero d'occhio le interazioni tra una comunità di utenti che usava comunicazioni time-sharing e stabilì che la tecnologia incoraggiava la costituzione di relazioni elettroniche reali, quando non uniche, fra persone geograficamente distanti. Questo esempio ebbe un effetto consistente sulla comunità di ricerca e divenne il prototipo a dimostrazione dei benefici che le reti estese portavano con sé. La visione di Licklider di una rete universale influenzò ampiamente i suoi successori all'IPTO, come Ivan Sutherland, Bob Taylor e il ricercatore del MIT Lawrence Roberts. Inoltre diede forma alle successive ricerche che portarono a Internet.

Nel luglio 1964, Licklider se ne andò a lavorare all'IBM e la direzione dell'IPTO andò a Ivan Sutherland che realizzò un software rivoluzionario, Sketchpad, per archiviare le schermate di un computer perché potessero essere modificate, processate, copiate e ridisegnate. Il programma di Sutherland consentiva la creazione di un campo della computer graphics che ha portato ai massicci miglioramenti dei display di oggi. Nel 1965, Sutherland mise sotto contratto al MIT Lawrence Roberts per sviluppare tecnologie di rete. Roberts e Thomas Merrill implementarono dunque il primo scambio di pacchetti attraverso un collegamento telefonico tra un computer TX-2 del MIT e un Q-32 in California.

5.7 - National Physical Laboratories

Donald Davies e i suoi colleghi britannici del National Physical Laboratories[36] svilupparono indipendentemente l'idea della commutazione a pacchetto e diedero vita alla versione inglese di Arpanet. Nel 1965, Donald Davies propose una rete di

36http://www.npl.co.uk/

comunicazione a pacchetto nazionale e presentò la sua idea nel 1966. In seguito, un funzionario del ministero della difesa gli parlò del lavoro di Paul Baran per Rand. Nel 1966, alla conferenza ACM Gatlinburg, Lawrence Roberts incontrò Donald Davies e Roger Scantlebury degli NPL, autori del paper *A digital Communications Network for Computers*. Nel 1970, Davies contribuì alla costruzione di una rete a commutazione di pacchetto chiamata Mark I e utilizzata presso gli NPL. La rete venne sostituita nel 1973 con Mark II e rimase operativa fino al 1986 senza tuttavia avere mai accesso a finanziamenti come quelli di Arpanet.

5.8 - National Science Foundation

La National Science Foundation si occupò della gestione di Nsfnet dal 1990 al 1995 assistendo al suo primo periodo di crescita esponenziale. Nel 1983, l'esercito americano estrapolò da Arpanet una rete conosciuta come Milnet portando al suo interno la gestione degli interessi militari. Nel 1986, la National Science Foundation diede vita alla National Science Foundation (Nsfnet) per collegare sei dei centri di supercomputing statunitensi attraverso una linea a 56 Kbps. La rete venne creata dal Centre of Supercomputing Applications (NSCA) della University of Illinois con l'aiuto di Dave Mills della University of Delaware e di Hans-Werner Braun della Merit Networks Inc.

Nel 1987, NSF sottoscrisse con IBM, MCI Telecommunications Corporation e Merit Network un contratto per l'aggiornamento di Nsfnet. Dal 1 luglio 1988, una dorsale da 1,5 Mbps mise in comunicazione gli originali sei centri di NSF con sette nuovi siti di ricerca (Barrnet, Merit, Midnet, Ncar, NorthWestNet, Sesquinet,

Suranet, Westet) connettendo 217 reti in tutto. NSF sottoscrisse un ulteriore contratto con Merit per la gestione della dorsale e il traffico raddoppio nel giro di sei mesi. Nel 1990, Arpanet venne sciolta ufficialmente e la sua eredità venne passata a Nsfnet portando la rete a un'ampia diffusione fra i centri di ricerca e le università in giro per gli Stati Uniti.

Nel 1991, introdusse la successiva ondata di sviluppo di Internet stemperando le limitazioni della sua *Acceptable Use Policy*, che estrometteva le attività commerciali e finanziarie dalla rete. In risposta alle crescenti pressioni commerciali, venne isitituita la Commercial Internet Exchange Association (CIX)[37] da Cerfnet alla General Atomics, Psinet alla Performance Systems International e Alternet alla Uunet Technologies. Il suo obiettivo era la promozione di un uso commerciale della rete. Con l'introduzione del traffico commerciale, la crescita della rete nei successivi due anni fu rapida: dal gennaio 1992, il traffico di Nsfnet superò i 12 miliarti di pacchetti (tremila miliardi di byte) su base mensile e a novembre era raddoppiato. Nsfnet venne poi connessa a più di 7.500 reti delle quali un terzo stava al di fuori degli Stati Uniti.

Nel dicembre 1992, la dorsale di Nsfnet venne completamente convertita a una T3, con una capacità di 44.736 Mbps in grado di trasmettere quattro milioni di caratteri al secondo. Nel 1994, il traffico su Nsfnet superò i diecimila miliardi di byte al mese e il 5 settembre di quell'anno il governo statunitense annunciò che Nsfnet sarebbe stata privatizzata sotto l'egida della National Information Infrastructure (NII). Il successivo 30 aprile, Nsfnet giunse alla fine della sua vita e il traffico fu dirottato verso una nuova dorsale da alta

37http://www.cix.org/

velocità, Backbone Network Service (vBns) con quattro punto di accessi alla rete amministrati da Mci a Oc3 o 155 Mbps di velocità. Al suo apice, Nsfnet connetteva più di quattromila istituzioni e 50 mila reti sparsi negli Stati Uniti, in Canada e in Europa.

5.9 - Network Working Group

Fu il primo protocollo di rete standard su Arpanet. Network Control Protocol (NCP) era stato progettato e scritto nel dicembre 1970 dal Network Working Group (NWG), capitanato da Steve Crocker, l'iniziatore anche degli RFC (Request for Comments), e standardizzò l'interfaccia di rete di Arpanet, rendendola più facile da stabilire e consentendo a molteplici siti DARPA di collegarsi. Nell'ottobre 1971, ogni sito su Arpanet era collegato a ogni altro (con una eccezione) su NCP al meeting organizzato al Massachusetts Institute of Technology. Dalla fine dello stesso anno, c'erano quindici siti che usavano il NCP: Bolt Baranek and Newman, Carnegie Mellon University, Case Western Reserve University, Harvard University, Lincoln Laboratories, Massachusetts Institute of Technology, NASA at AMES, RAND Corporation, Stanford Research Institute, Stanford University, System Development Corporation, University of California at Los Angeles, University of California of Santa Barbara, University of Illinois at Urbana e University of Utah. Robert Kahn e Vinton Cerf in seguito lavorarono su NCP per sviluppare lo standard TCP/IP, il protocollo usato oggi.

5.10 - Rand

Rand, acronimo di Research AND Development, sotto la leadership di Paul Baran, si concentrò su ricerche che supportassero l'esercito

americano attraverso sistemi di rete distribuiti e caratterizzati dalla communitazione a pacchetto. Venne fondata da un'agenzia per la ricerca di Santa Monica (California) e venne seguita da uno staff altamente qualificato che lavorò a studi il sui esito risolse molti problemi tecnologici.

Alla fine degli Anni Cinquanta, la Difesa americana era molto concentrata su un possibile attacco nucleare da parte dell'Unione Sovietica e in particolar modo sugli effetti che questo attacco avrebbe avuto sulle insfrastrutture per le comunicazioni. Se le comunicazioni fossero state interrotte, sarebbe stata eliminata la possibilità di riorganizzarsi e contrattaccare, tagliando definitivamente fuori la nazione dello scontro armato.

DARPA chiese alla Rand di avviare una ricerca per conto della US Air Force con lo scopo di individuare concreti sistemi di comando e controllo delle comunicazioni distribuito. I primi usi di computer risalgono alla decifrazione di codici cifrati e rappresentavano una promessa per l'informatica e per le reti. I primi studi di Rand furono presentati nell'estate 1961, durante il briefing B-265, e formalizzati nel paper P-2626. L'effetto fu la creazione, da parte dei vertici della US Air Force, fu il finanziamento alla Rand di un'indagine più approfondita. La ricerca venne affidata a Paul Baran, che riassunse i suoi risultati in una serie di undici pubblicazioni raccolte nel 1964 nel documento *On Distributed Communications*[38] con cui veniva illustrata nel dettaglio un'architettura per reti di comunicazione elettroniche, distribuite, affidabili, robuste, efficienti, stabili e a commutazione di pacchetto. La rete poteva resistere alla distribuzione di singoli elementi senza interrompere le

38http://www.rand.org/publications/RM/RM3420/

comunicazioni. Finché i computer era connessi a uno i più computer, si assumeva che ogni collegamento poteva cadere senza che la rete fosse amministrata o controllata centralmente.

Questa architettura venne creata per sopravvivere a una guerra nucleare e contribuì a convincere l'esercito americano della validità della commutazione a pacchetto. Da sottolineare che una ricerca analoga era portata avanti indipendentemente da Leonard Kleinrock e Donald Davies in Gran Bretagna presso i National Physics Laboratories.

5.11 - Sage, Semi-Automatic Ground Environment

Il programma Sage diede un'accelerata allo stato dell'arte dell'interazione uomo-macchina e influenzò il pensiero di Joseph Licklider. Portò alla creazione presso il MIT dei Lincoln Laboratory dove Lawrence Roberts lavorò in seguito. Grazie in parte ai finanziamenti di Vannevar Bush, il Massachusetts Institute of Technology di Boston divenne il fulcro della ricerca avanzata influenzando di conseguenza lo sviluppo di Internet sotto diversi aspetti. Uno dei più importanti progetti gestiti al MIT è stato il Semi-Automatic Ground Environment (Sage), avviato nel 1954 dalla US Air Force per sviluppare un sistema di difesa aerea continentale contro un attacco nucleare da parte dell'Unione Sovietica.

I team di riceca di Sage per la prima volta si concentrarono sulla progettazione di interfacce grafiche attraverso cui analizzare i dati e visualizzarli su un monitor, reagire in tempo reale ed elaborare automaticamente azioni alternative in base ad una serie di azioni base. Queste esperienze convinsero molte personale del potenziale pratico delle interfacce grafiche, in particolare Joseph Licklider, che

lavorò a Sage e che divenne direttore successivamente dell'Ipto. Qui iniziò un progetto che avrebbe portato ad Arpanet. Il MIT sistemò il Lincoln Laboratory a Lexington, nel Massachusetts, per progettare Sage. Qui confluirono i migliori ricercatori, come Lawrence Roberts. Il MIT e IBM lavorarono all'AN/FSG-7, macchina che avrebbe gestito i centri di controllo di Sage. Alla fine, il computer fu il più grande mai costruito, pesava trecento tonnellate ed era distribuito in diciotto blocchi.

6 - Acronimi

ARPA, Advanced Research Projects Agency

BBN, Bolt Beranek and Newman

CNRI, Corporation for National Research Initiatives

Csnet, Computer Science Network

DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency

DCA, Defense Communication Agency

DEC, Digital Equipment Company

DNS, Domain Name System

FTP, File Transfer Protocol

FYI, For Your Information

HTTP, Hyper Text Transfert Protocol

IAB, Internet Activities Board

IETF, Internet Engineering Task Force

IFIP, International Federation of Information Processing

IMP, Interface Message Processor

INWG, InterNetworking Working Group

IP, Internet Protocol

IPTO, Information Processing Technology Office

IRC, Internet Relay Chat

MIT, Massachusetts Institute of Technology

MUD, Multi User Dungeons

NCP, Network Control Protocol

NCSA, National Center for Supercomputing Applications

NPL, National Physical Laboratories

NSF, National Science Foundation

NWG, Network Working Group

POP, Post Office Protocol

PRNET, Packet Radio Net

RFC, Request for Comments

Satnet, Packet Satellite Network

SMTP, Simple Mail Transfer Protocol

SRI, Stanford Research Institute

TCP, Transmission Control Protocol

WSAI, Wide Area Information Server

WWW, World Wide Web

7 - Bibliografia

Abbate, Janet; A Tale of Two Networks: *Early Data Communications Experiments in England and America*; IEEE History Center, http://www.rci.rutgers.edu/%7Ejea/papers/2Nets.html

Belson, David; *The Network Nation Revisited*; Stevens Institute of Technology; May 4, 1994, http://www.stevens-tech.edu/~dbelson/thesis/thesis.html

Coombs, Norman; *Liberation Technology*; EDU Magazine, 1992; Digital Equipment Corporation, http://www.vrx.net/usenet/essays/Amateur_Computerist_fall_1992.html

Grim; *Grim's History Of Talkers*, http://ulibnet.mtsu.edu/~msimms/lists/talkers/ew/about_ew/history.html

Gubitosa, Carlo, *La vera storia di Internet*, Apogeo, 1999, http://www.apogeonline.com

Kernan, John; *Historical Distributed Systems: The ARPANET*; ICSA750, http://www.isc.rit.edu/~jjk6933/paper1.htm

LaQuey, Tracy; Reynolds, Joyce K.; Roubicek, Karen; Stahl, Mary; Yuan, Aileen; *FYI on Where to Start - A Bibliography of Internetworking Information*; RFC 1175; August 1990, http://rfc.sunsite.dk/rfc/rfc1175.html

Laursen, Jesper Vissing; *The Internet: Past, Present and Future - Internet & WWW History*, http://www.vissing.dk/inthist.html

University of Texas; *THINK: Technical Histories of Network Protocols*, http://www.cs.utexas.edu/users/dragon/nph/